

PANASQUEIRA

Projecto Mineiro atípico

Contributo técnico-económico da alteração do Diagrama de Fogo

Manuel Sousa Pacheco

Dissertação submetida para satisfação dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA DE MINAS E GEO-AMBIENTE

Orientador: Professor Doutor Alexandre Júlio Machado Leite

Co-orientador: Professor José Cardoso Guedes

Setembro de 2017

Resumo

O arranque e a sobrevivência de um Projecto Mineiro estão dependentes de um conjunto de factores, alguns dos quais extrínsecos ao próprio projecto e à empresa mineira.

A Panasqueira constitui um caso raro de longevidade e continuidade na exploração, beneficiando, obviamente, do imenso jazigo em exploração, mas também por acções sobre outros factores e aspectos que contribuíram para a sua sobrevivência e resiliência, em particular nos períodos de baixas cotações dos minérios produzidos.

Neste trabalho, faz-se um enquadramento geral do projecto mineiro da Panasqueira no panorama mundial e analisam-se as principais características particulares e diversas evoluções que permitem uma exploração centenária.

Com a divisão da empresa pelas diversas áreas, é escolhida a actividade característica de Carregamento de Fogo na mina para introduzir uma alteração significativa e avaliar os resultados.

Com a redução do número de furos no Diagrama de Fogo, foi possível reduzir o consumo de explosivos e, consequentemente, os custos operacionais da actividade, reflectindo-se no KPI – *Key Performance Indicator* (indicador-chave de desempenho) dos explosivos.

Palavras-chave: Projecto Mineiro; Panasqueira; Diagrama de Fogo; Redução de Custos; KPI.

Abstract

The start-up and survival of a Mining Project depend on a number of factors, some of which are extrinsic to the project itself and to the mining company.

Panasqueira mine is a rare case of longevity and continuity of exploitation, obviously benefiting from the immense deposit in exploitation, but also by actions on other factors and aspects that contributed to its survival and resilience, particularly in periods of low prices of ores produced.

In this work, a general overview of the Panasqueira mining project in the world panorama is analyzed and the main characteristics and different evolutions that allow a centenary exploration are analyzed.

With the division of the company across the different areas, the characteristic Blasting activity in the mine is chosen to introduce a significant change and evaluate the results.

By reducing the number of holes in the Blasting Diagram, it was possible to reduce the consumption of explosives and, consequently, the operational costs of the activity, as reflected in the KPI - Key Performance Indicator of the explosives.

Keywords: Mining Project; Panasqueira mine; Blasting Diagram; Cost reduction; KPI.

Agradecimentos

Ao professor Alexandre Leite, mais do que pela grande ajuda e orientação na escrita da dissertação, pela motivação e continuado incentivo para a conclusão da mesma, o meu obrigado!

Aos meus colegas de trabalho, em particular ao Dr. Pedro e ao Engº Luis, pelo contributo que deram, o meu obrigado!

Ao Engº João Pedro Real, pela disponibilidade para utilização dos dados e por estes [quase] dez anos de trabalho na mina, em conjunto, pela minha valorização profissional para a qual muito contribuiu, o meu obrigado!

Ao Engº Corrêa de Sá, que inicialmente me entrevistou e permitiu a minha entrada na empresa, pelo exemplo na vida profissional e não só, o meu obrigado!

Dedicado à minha MÃE que, tendo ficado viúva aos 29 anos e com duas crianças pequenas, não desistiu de nos dar formação superior apesar de todas as dificuldades. Posso falar pelos dois e dizer que valeu a pena!...

Dedicado à minha esposa e aos meus filhos, pelos períodos de ausência.

ÍNDICE

Resumo.....	iii
Abstract.....	v
Agradecimentos.....	vii
Índice.....	xi
Lista de figuras.....	xv
Lista de tabelas.....	xix
Abreviaturas e Acrónimos	xxi
Lista de Anexos	xxiii
1. Introdução	25
1.1. Objectivos do Trabalho.....	28
1.2. Estrutura do Trabalho	29
2. Projecto Mineiro – Abordagem teórica	33
2.1. Fases do Projecto Mineiro	34
2.1.1. Fase 1- Prospeção e Pesquisa	36
2.1.2. Fase 2 – Design e Construção	36
2.1.3. Fase 3 – Exploração	37
2.1.4. Fase 4 – Fecho	38
3. As Minas da Panasqueira	45
3.1. Localização geográfica	45
3.2. Resenha Histórica	46
3.3. Geologia do Couto mineiro	47
3.4. Mineralogia	53
3.4.1. Sequência Paragenética.....	55
3.4.2. Minérios produzidos.....	56
4. Enquadramento Mundial.....	57
4.1. Cotações do tungsténio	57

4.2.	Mercado	58
4.3.	Câmbios.....	58
5.	<i>O Posicionamento Estratégico da BTW</i>	61
5.1.	A importância estratégica do Volfrâmio	61
5.1.1.	Características principais do volfrâmio.....	62
5.1.2.	Aplicações do Volfrâmio	64
5.2.	Mina da Panasqueira - A (IN) ESGOTÁVEL fonte de recursos?	65
5.2.1.	Produção.....	66
5.2.2.	Reservas.....	69
5.3.	Controlo de Custos	72
5.3.1.	Distribuição dos Custos	73
5.3.2.	Recursos Humanos	77
6.	<i>Panasqueira: projecto mineiro atípico</i>	79
6.1.	Prospecção & Pesquisa na Panasqueira.....	80
6.1.1.	Actividades de prospecção ao longo do tempo.....	80
6.1.2.	Prospecção moderna	81
6.2.	<i>Design & Construção</i>	82
6.2.1.	Evolução dos Métodos de Desmonte	82
6.2.2.	Actual estrutura da mina	86
6.3.	Exploração	90
6.3.1.	Ciclo de Actividades da mina da Panasqueira	90
6.3.1.1.	Perfuração	90
6.3.1.1.1.	Diagrama de fogo.....	91
6.3.1.2.	Carregamento e Detonação	93
6.3.1.2.1.	Explosivos e Detonadores utilizados.....	93
6.3.1.3.	Limpeza, Remoção e Transporte.....	94
6.3.1.4.	Ventilação.....	96
6.3.1.5.	Sustimento	96
6.3.1.6.	Drenagem das águas	97
6.3.2.	Áreas de Produção - Desmontes	97
6.4.	Fecho.....	102
7.	<i>A Problemática da redução de custos</i>	103

7.1. Contextualização de referência.....	103
7.1.1. Detonadores: Custo ou Oportunidade?	105
7.1.2. Os condicionalismos da Mina da Panasqueira	108
7.1.3. Caracterização da Pega de Fogo em Desmonte	109
7.1.3.1. Consumos.....	111
7.1.3.2. Custos da pega de fogo	115
7.2. Implementação do novo Diagrama de Fogo	118
7.3. Resultados	123
8. Conclusões	131
<i>Referências Bibliográficas</i>	<i>137</i>
<i>Anexo 1.....</i>	<i>141</i>

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> - Cenário típico de projecto mineiro (Fonte: Estratégia Nacional para os Recursos Geológicos – Recursos Minerais, de 11 de Setembro de 2012).....	34
<i>Figura 2</i> - Riscos relativos e custos relativos por fase do projecto mineiro (ITIA, 2012).....	35
<i>Figura 3</i> - <i>Mining's contribution to sustainable development - an overview</i> (Fonte: <i>International Council on Mining and Metals - ICMM</i>)	39
<i>Figura 4</i> - Mapa de Portugal Continental com indicação da área da Concessão.....	45
<i>Figura 5</i> - Mapa geológico simplificado de Portugal Continental.....	48
<i>Figura 6</i> - Zonas paleogeográficas e tectónicas do Maciço Ibérico, segundo o Mapa Tectónico da Península Ibérica, modificado (Julivert et al., 1974).....	49
<i>Figura 7</i> – Carta geológica simplificada da área da concessão	50
<i>Figura 8</i> - Fotografia de filão de "seixo bravo" atravessado por filão horizontal mineralizado .	51
<i>Figura 9</i> - Fotografia de filão possante.....	52
<i>Figura 10</i> - Fotografia de filões pouco possantes	52
<i>Figura 11</i> - Alguns minerais extraídos dos "rotos" da Mina da Panasqueira (Imagens: Autor).	54
<i>Figura 12</i> - Sequência Paragenética simplificada (Kelly & Rye, 1979).....	55
<i>Figura 13</i> - Evolução do preço do APT e do câmbio de 2004 a 2016.....	59
<i>Figura 14</i> - Características do volfrâmio (segundo <i>Largo Resources</i>).....	63
<i>Figura 15</i> - Usos de volfrâmio (segundo <i>Largo Resources</i>).....	65
<i>Figura 16</i> - Produções anuais de concentrados, de 1947 a 2016. Fonte: BTW	67
<i>Figura 17</i> - Produção Mundial de Volfrâmio em 2016. Valores em toneladas de conteúdo metálico (W content). Fonte: USGS, 2017	69
<i>Figura 18</i> - Exemplos de "pintas" no filão e técnico de geologia na medição	70
<i>Figura 19</i> - Reservas Mundiais de volfrâmio. Fonte: USGS, 2017	72
<i>Figura 20</i> - Gráfico com distribuição de custos da empresa.....	76
<i>Figura 21</i> - Gráfico com distribuição de custos da mina.....	77
<i>Figura 22</i> - Fotografia do Pescão de Casegas Fonte: Arquivo da BTW.....	80
<i>Figura 23</i> - Evidências de escavações do passado na zona da Panasqueira (Fotografia: Autor).	81
<i>Figura 24</i> - Desmonte de Passagens. Fonte: Sá <i>et al</i> , 1999	82
<i>Figura 25</i> - Desenho antigo de desmontes com infra-estrutura geral de base da mina em 1956	83
<i>Figura 26</i> - Infra-estrutura geral de base da mina antiga da Panasqueira.....	83
<i>Figura 27</i> - <i>Scraper</i> com guincho, cabos e colher de arrastamento. Fotografia: Arquivo da BTW.....	85

<i>Figura 28</i> - Desmonte por Câmaras e Pilares ainda com recuperação total dos filões e pilares de madeira - desenho retirado do artigo "Mina da Panasqueira - 100 anos de história mineira", publicado no Boletim de Minas nº 36 (1) Jan/Mar 1999	86
<i>Figura 29</i> - Infra-estrutura geral de base da mina moderna, sobre imagem aérea, com as galerias Painéis (N-S) e Drives (W-E). Imagem: Arquivo BTW	87
<i>Figura 30</i> - Raise Borer da Mina da Panasqueira na abertura de chaminés. Fotografia: Autor ..	89
<i>Figura 31</i> - Diagrama de fogo - fan-cut (vista frente)	91
<i>Figura 32</i> - Diagrama de fogo - fan-cut (vista em corte).....	92
<i>Figura 33</i> - Diagrama de fogo - fan-cut (vista em planta)	92
<i>Figura 34</i> - Explosivos utilizados na pega de fogo. Fonte: Catálogos da Maxam.....	93
<i>Figura 35</i> - Detonador não eléctrico. Fonte: Catálogo da Maxam	93
<i>Figura 36</i> - Equipamento portátil para carregamento de ANFO a granel.....	94
<i>Figura 37</i> - Pá carregadora (LHD) Wagner ST7 LP (<i>Low Profile</i>)	95
<i>Figura 38</i> - Virador no nível 2 (à esquerda) e Câmara de Quebragem (britador primário e correia 2, à direita). Imagens: Autor	95
<i>Figura 39</i> - Esquema geral de operações subterrâneas	98
<i>Figura 40</i> - Fases de um desmonte	100
<i>Figura 41</i> - Gráfico de evolução do teor do ROM, em kg/ton, de 2000 a 2016	104
<i>Figura 42</i> - Gráfico com as médias diárias de ROM 2015, 2016 e 2017	105
<i>Figura 43</i> - Equipamento para carregamento de explosivos. Fonte: Catálogo da Normet Charmec (LC605)	109
<i>Figura 44</i> - Distribuição de temporização de detonadores eléctricos na pega de fogo.....	110
<i>Figura 45</i> - Gráfico do consumo médio de explosivo por pega em 2014.....	114
<i>Figura 46</i> - Distribuição dos custos por actividades principais do ciclo mineiro da Panasqueira	116
<i>Figura 47</i> - Distribuição dos recursos humanos da mina por actividades do ciclo de produção	116
<i>Figura 48</i> - Percentagens de número de trabalhadores e custos parciais por actividade	117
<i>Figura 49</i> – Detonador Não Eléctrico. Fonte: Catálogo da Maxam	119
<i>Figura 50</i> - Ilustração da redução de carga de coluna no furo.....	119
<i>Figura 51</i> - Distribuição no diagrama de fogo dos tempos dos 26 furos.....	120
<i>Figura 52</i> - Diagrama de fogo fan-cut novo, com 26 furos	121
<i>Figura 53</i> - Fotografia de jumbo de perfuração com o diagrama de fogo marcado na frente ..	122
<i>Figura 54</i> - Consumo de detonadores por pega	124
<i>Figura 55</i> - Consumo de ANFO por pega	125
<i>Figura 56</i> - Consumo de carga de fundo por pega.....	127

<i>Figura 57- Consumo total de explosivo por pega.....</i>	<i>128</i>
<i>Figura 58- Evolução do KPI Explosivo Jan 2016 a Ago 2017.....</i>	<i>129</i>

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1</i> - Produção Mundial de Volfrâmio em 2015 e 2016. Fonte: USGS, 2017	68
<i>Tabela 2</i> - Reservas da Mina da Panasqueira em 30 de Setembro de 2016. Fonte: Almonty, 2016	71
<i>Tabela 3</i> - Reservas estimadas mundiais de volfrâmio	71
<i>Tabela 4</i> - Custos, em percentagem, por área principal de custos da empresa	75
<i>Tabela 5</i> - Subdivisão dos custos inerentes à mina entre os anos 2012 e 2016	76
<i>Tabela 6</i> - Quadro de pessoal de 2012 a 2016	78
<i>Tabela 7</i> - Preço dos Detonadores Eléctricos por pega.....	106
<i>Tabela 8</i> - Preços por pega dos detonadores Não Eléctricos	106
<i>Tabela 9</i> - Tempos de retardo e quantidade de detonadores eléctricos utilizados na pega de fogo	110
<i>Tabela 10</i> - Consumo de Explosivo e de Unidades de Detonadores no ano 2014 e no 1º sem de 2016.....	112
<i>Tabela 11</i> - Quantidade de pegas de fogo efectuadas no ano 2014 e no 1º semestre de 2016...	113
<i>Tabela 12</i> - Consumo de explosivos por pega no ano 2014.....	114
<i>Tabela 13</i> - Distribuição dos custos nas actividades do ciclo mineiro no ano 2014	115
<i>Tabela 14</i> - Apuramento do custo por pega em 2014 e no 1º semestre de 2016.....	118
<i>Tabela 15</i> - Atrasos dos tempos de detonadores não eléctricos	120
<i>Tabela 16</i> - Características principais do jumbo de perfuração	123
<i>Tabela 17</i> - Consumo de Detonadores por pega de fogo	124
<i>Tabela 18</i> - Consumo de ANFO por pega	125
<i>Tabela 19</i> - Consumo de Carga de Fundo por pega.....	126
<i>Tabela 20</i> - Consumo total de explosivo por pega.....	127
<i>Tabela 21</i> - Comparação custo por pega 2016 vs. 2017	128

ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

°C – Grau centígrado

ANFO – *Ammonium Nitrate Fuel Oil*

APT – *Ammonium Paratungstate*

BTW – Beralt Tin & Wolfram Portugal, SA

Capex – *Capital Expenditure*

DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia

FDS – Fichas de Dados de Segurança

ITIA – *International Tungsten Industry Association*

KPI – *Key Performance Indicator*

KPI – *Key Performance Indicator*

LHD– *Pá Carregadora Load, Haul and Dump*

m² – Metro quadrado

MPa – Mega-Pascal

Mt – Mega-tonelada

Opex – *Operational Expenditure*

ppm – partes por milhão

QAS – Qualidade, Ambiente e Segurança

REACH – *Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals*

ROM – *Run of Mine*

SNC – Sistema de Normalização Contabilística

t ou ton – Tonelada

UE – União Europeia

USD – Dólar Americano

WO₃ – Volframite ou Trióxido de tungsténio

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Exemplos de cartas da mina

1. INTRODUÇÃO

A indústria mineira caracteriza-se por um conjunto de aspectos particulares que lhe configuram uma envolvente económica e problemáticas únicas. De entre os aspectos particulares, salienta-se o facto de trabalhar com recursos que não são renováveis, a localização geográfica dependente da localização do próprio jazigo e preço do produto produzido determinado por terceiros.

As reservas e o ritmo de extracção condicionam o prazo para o esgotamento dos benefícios. Estes condicionalismos impõem às empresas mineiras desafios acrescidos na procura de novos jazigos mas também na preservação e bom aproveitamento do jazigo mineral.

Para além dos condicionalismos geológicos, as empresas mineiras estão expostas a outros riscos tais como os riscos decorrentes da eficácia dos processos metalúrgicos, de condições político-económicas, de mercado e ainda riscos ambientais.

Os riscos ambientais são do âmbito da Qualidade, Ambiente e Segurança (QAS), que integram as imposições ou orientações legislativas. As questões relativas à Qualidade, Ambiente e Segurança, embora presentes em todas as etapas do projecto mineiro, são de preponderância diferente.

A localização do projecto mineiro não pode ser escolhida tendo por base critérios comuns a outras indústrias porque depende, obviamente, da localização do próprio jazigo.

Também as condicionantes do Mercado são comuns a todas as etapas do projecto mineiro, nomeadamente as cotações dos minérios explorados ou a explorar e os contractos comerciais para escoamento da produção, e são determinadas por factores em grande medida alheios às empresas mineiras.

Os projectos mineiros desenvolvem-se em quatro fases principais. Na fase da prospecção, pesquisa e planificação elaboram-se os estudos de viabilidade decorrentes dos condicionalismos do jazigo, da localização e do minério a extrair. A segunda fase consiste na implementação, desenho e construção de infra-estruturas, desenvolve-se e prepara-se a mina e a lavaria para a produção. Após a reunião das condições de produção, inicia-se a terceira fase principal, em que se desenvolvem as operações de lavra. Uma vez esgotados os recursos minerais, procede-se ao fecho ou encerramento da mina com a devida gestão dos equipamentos e infra-estruturas e das medidas ambientais, sociais e económicos daí decorrentes, constantes no Plano de Fecho.

A escala de tempo do ciclo de vida de uma mina pode ser indeterminada em função de novas tecnologias ou de novas descobertas minerais. Existem minas com períodos de exploração curtos, outras em que a actividade é descontínua no tempo como consequência dos mais

diversos acontecimentos. Outras ainda, prolongam a sua exploração no tempo como é o caso da mina da Panasqueira.

O jazigo da mina da Panasqueira foi descoberto no ano 1886 e constitui um projecto mineiro invulgar em vários aspectos, tanto a nível nacional como a nível internacional, principalmente pela sua longevidade e continuidade na exploração. Foram poucos e de curta duração os períodos de suspensão da lavra.

A sobrevivência e resiliência da mina estão fortemente baseadas na capacidade de adaptação e evolução de métodos, tecnologias e processos, no respeito [quase sempre presente] pela infra-estrutura da mina e pela sua preservação, e na capacidade de a empresa manter os custos controlados e ultrapassar períodos de resultados negativos, em função da estratégia da estrutura accionista. A actual empresa titular da concessão designa-se por Beralit Tin and Wolfram (Portugal), SA, e será adiante referida por BTW.

No contexto do ciclo ou projecto mineiro, a mina da Panasqueira encontra-se numa fase madura da produção. Os trabalhos mineiros decorrem em ambiente subterrâneo com condicionalismos inerentes a tal.

A mina possui uma densa malha de túneis resultado dos muitos anos de exploração do jazigo de morfologia filoniana, mineralizado com volframite, cassiterite e calcopirite, minerais úteis de onde se obtém volfrâmio, estanho e cobre, respectivamente. A exploração destes minerais realizou-se no passado com diferentes métodos de exploração, evoluindo para o actual método de Câmaras e Pilares que vem garantindo a preservação da infra-estrutura e do desmonte que se realiza com recurso a explosivos.

Em 1971, o Engenheiro Cláudio dos Reis afirmava que o aumento da produtividade era o principal factor do progresso, conseguido graças ao desmonte e ao respeito pelos condicionalismos impostos pela segurança. Este autor destaca ainda o desmonte como factor de produtividade e economia de exploração.

“Não obstante melhorias de toda a ordem, e por vezes importantes, verificadas em diversos pontos do circuito de produção, foram sem dúvida e continuam a ser as modificações e melhoramentos nos trabalhos de desmonte os principais responsáveis pelo aumento de produtividade que na última década, com a ajuda de melhores e mais estáveis condições de mercado, nos tem permitido obter resultados satisfatórios” (Reis, 1971, p. 25).

Neste sentido, a garantia da estabilidade da infra-estrutura nos trabalhos de desmonte permanece como factor de continuidade da lavra na Mina da Panasqueira.

O ciclo mineiro tem início nas frentes de desmonte com a perfuração e rebentamento com recurso a explosivos. As operações em ambiente subterrâneo revestem-se de particulares dificuldades devido ao ataque a uma frente vertical sem volume livre para desenvolvimento da pega de fogo. A perfuração obedece, por isso, a um desenho que permita a criação desse volume livre, com uma sequência de iniciação por detonadores previamente definida, para o correcto arranque da pega de fogo. O ciclo prossegue com a limpeza do material desmontado na frente e remoção do material até à extracção que o conduz à lavaria de tratamento.

Os projectos mineiros têm uma orientação económica muito forte. Como em qualquer empresa o controlo de custos é pressuposto de gestão. Os custos relativos variam de projecto para projecto e são dependentes da avaliação de riscos e dos estudos de viabilidade económica.

Na fase de execução, os projectos mineiros representam elevados custos devido à localização do jazigo mas, acima de tudo, aos encargos que representam ao nível da infra-estrutura, da mão-de-obra, de equipamento e manutenção, de extracção e transporte, de licenças e taxas, entre outros.

Sendo uma mina subterrânea, as grandes áreas de custos de produção da empresa são a própria mina (parte subterrânea), a lavaria de tratamento de minério, a instalação de resíduos e a parte ambiental, a energia eléctrica, custos administrativos e outros gerais. Cada área ou actividade contribui com o seu peso parcial nos custos, e a redução de custos “individual” é prioridade permanente para redução de custos operacionais totais. A contabilidade analítica interna foi também evoluindo ao longo dos tempos, ajustando-se à realidade das áreas e das actividades da empresa.

A selecção de taxas de produção em projectos mineiros é importante na optimização de critérios financeiros mas outros factores emergem. Para um projecto já em curso, ou seja, uma mina em laboração, os desafios de sobrevivência prendem-se principalmente com as cotações dos minérios extraídos, com os teores (quilogramas de concentrado por tonelada de minério tal-qual tratada), com os câmbios (se a produção for em moeda diferente da moeda de referência/venda), e, obviamente, com os custos de produção.

O controlo e redução dos custos de produção é um dos principais factores de ganho económico nas indústrias. Estes parâmetros podem ser, na essência, factores de resiliência e longevidade em projectos como a Mina da Panasqueira, independentemente da estrutura accionista em cada momento, a capacidade de “afinar” os custos de produção permite manter-se competitiva e garantir a sobrevivência nos períodos de baixas cotações.

As cotações dos minérios e as diferenças cambiais são factores condicionantes externos à empresa mineira. Desta forma, a empresa poderá actuar no controlo dos teores e, principalmente, nos custos de produção.

Sendo uma mina de filão, apenas no qual estão presentes as substâncias úteis, e com grande efeito de pepita, também atendendo ao princípio mineiro de bom aproveitamento do jazigo, a actuação sobre os teores (teor de corte e teor médio) acaba por ser mais determinada pelas próprias cotações, pela necessidade de produção para resposta a compromissos comerciais e pelas áreas disponíveis, do que por opções de gestão. Os aspectos relacionados com o teor, não são, por isso, objecto deste trabalho embora sejam abordados por diversas vezes.

Em resumo, o funcionamento da empresa, enquadrado num mercado global muito particular, está dividido por várias áreas e actividades, com grande destaque para a mina (parte subterrânea), a lavaria de tratamento de minério e a instalação de resíduos e a parte ambiental. Cada uma dessas áreas e actividades pode, por sua vez, ser dividida em outras actividades e/ou tarefas dependentes e interligadas. O controlo e redução de custos em cada uma das actividades particulares contribui para a melhoria de desempenho do conjunto das actividades e da empresa.

1.1. OBJECTIVOS DO TRABALHO

A mina da Panasqueira constitui um projecto mineiro atípico com uma exploração de 130 anos. São muito raros outros projectos com esta longevidade, pelo que se torna objecto de estudo a compreensão das razões desta longevidade.

Com este trabalho pretende-se identificar e compreender alguns factores particulares e característicos que têm contribuído para a longevidade do projecto mineiro da Panasqueira.

Destaca-se, assim, a capacidade de adaptação da mina a condições desfavoráveis. Estas condições podem ser de natureza diversa. Por um lado, a empresa sofre as influências de carácter externo tais como o preço do minério, a alteração constante das taxas de câmbio, uma imposição legislativa, alterações de mercado, entre outras. Em contrapartida, a empresa apresenta potencialidades que conseguem fazer face a essas condições desfavoráveis.

No âmbito deste trabalho, importa caracterizar os processos decorrentes da exploração mineira.

Em 2014 a empresa iniciou uma crise económica devido à baixa cotação do principal minério produzido, o volfrâmio. Este abaixamento estendeu-se por um longo período. Perante estas circunstâncias, vários cenários se apresentam, nomeadamente o cenário de encerramento da

mina, mesmo que em situação temporária. Com este trabalho, pretende-se identificar e analisar as principais medidas adoptadas pela empresa, por forma a dar continuidade à lavra.

Para além desta condição desfavorável, a empresa depara-se com o aumento inusitado do preço dos detonadores eléctricos em 2015. Em consequência, a introdução da utilização de detonadores não eléctricos em todas as pegas de fogo, que embora sendo um objectivo antigo de segurança e modernização, acabou por ser determinada pela referida condicionante de mercado.

A opção pelos detonadores não eléctricos constitui uma oportunidade para a alteração do diagrama de fogo. Esta situação conduz à actuação sobre os parâmetros técnicos de forma a repercutirem-se no parâmetro económico. O objectivo específico deste trabalho é a análise da redução de custos numa actividade particular do ciclo de produção da mina – o carregamento de fogo, ou seja, este trabalho regista uma actuação sobre um dos elos da cadeia de actividades, na área principal da empresa, de modo a contribuir para a redução de custos de operação. A actividade geral da empresa é resultado de uma corrente de vários elementos, cada um correspondente a uma actividade particular. O fortalecimento de cada um desses elementos contribui para o fortalecimento geral da corrente, ou seja, da própria empresa.

Desta forma, analisam-se os consumos e custos de produção, principalmente os da mina e em particular os relativos aos explosivos e aos detonadores. Os custos de produção da mina têm um peso global entre 55 e 60% dos custos operacionais da empresa nos últimos anos. Nos custos de produção da mina, têm particular incidência os custos com explosivos, por representarem entre 15 e 20% do total da mina, segundo custo com maior peso a seguir à mão-de-obra com 45%.

1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO

Assim, no segundo capítulo deste trabalho, seguindo a este capítulo de introdução, é realizado um enquadramento geral teórico do projecto mineiro, com as várias fases que o constituem.

No capítulo seguinte, faz-se um enquadramento geral com indicação da localização geográfica da mina, breve resenha histórica e é apresentada uma breve caracterização geológica e mineralógica.

Embora seja comumente referida como Perfuração & Carregamento, o presente trabalho apenas está direccionado à actividade de Carregamento, uma vez que o custo dos explosivos tem peso parcial médio sete vezes o do aço de perfuração, nos custos gerais operacionais da mina. Assim, embora importante, fica de fora uma análise aos consumíveis de perfuração e respectiva performance, custos unitários e custo por metro furado.

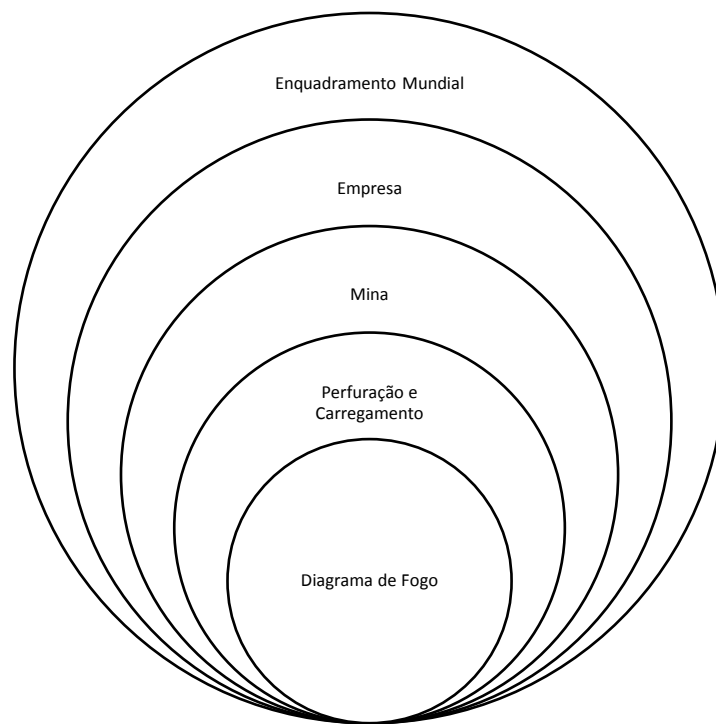
No quarto capítulo, refere-se o enquadramento da mina no panorama mundial. Compreende-se de que forma são definidas as cotações assim como a influência e evolução de câmbios.

No quinto capítulo, é realizado um enquadramento da empresa, relativamente às substâncias úteis extraídas, sua importância e aplicações, produções e reservas e uma primeira abordagem aos custos operacionais, decompondo a empresa nas várias áreas que a constituem e cada subárea nas suas várias actividades.

No sexto capítulo é focalizado o projecto mineiro da Panasqueira como projecto invulgar no panorama mundial, com alusão às várias etapas enquanto projecto mineiro, descrição da mina e das suas actividades características.

No sétimo capítulo é abordada a temática da redução dos custos, já na actividade mineira do Carregamento de Fogo e com particular atenção aos detonadores utilizados. São apresentados os dados da situação de referência, as alterações efectuadas e os resultados obtidos.

Por último, apresentam-se as conclusões deste trabalho.



Visão geral da estratégia de elaboração deste trabalho: decomposição da cadeia de áreas e actividades interligadas até ao caso particular do Diagrama de Fogo (*Princípios de Gestão* em “Gestão Industrial e Geral”, Henri Fayol, 1949).

2. PROJECTO MINEIRO – ABORDAGEM TEÓRICA

Um projecto é a prossecução de um determinado objectivo, delimitado no tempo, que requer a combinação de recursos humanos, técnicos e financeiros. Estes meios actuam temporariamente de forma organizada para alcançar um propósito. Quando se atingem os objectivos definidos, o projecto está concluído (Hickson & Owen, 2015). No entanto, segundo os mesmos autores (2015), o objectivo primordial do projecto é obter benefícios económicos para os investidores, ou seja, reduzir custos, aumentar a produção, obter receitas e prolongar a vida do projecto.

O projecto mineiro é único e situa-se à margem de outros negócios ou serviços operacionais. Trata-se de um conjunto de eventos encadeados previamente definidos num esquema de trabalho com um limite temporal.

O desenvolvimento de qualquer projecto depende sempre de um conjunto de factores, que o condicionam e caracterizam. No caso de um projecto mineiro, os factores implicados são de natureza geológica, técnica, social e ambiental e ainda de natureza económica.

A elaboração de um Projecto Mineiro consiste em dar resposta a várias questões, nomeadamente qual o tipo de recurso existente, como se pode recuperar, qual a relação custo benefício para a sociedade, quais os impactos para o meio ambiente mas, essencialmente, qual o custo da sua exploração. Ou seja, pretende-se aferir se essa exploração é ou não economicamente viável.

Existem três Princípios Fundamentais na Lavra de Minas que resultam num bom empreendimento mineiro:

- Um bom aproveitamento do Jazigo Mineral
- Exploração de forma económica
- Trabalho em total segurança

Mais recentemente, um quarto Principio Fundamental veio juntar-se a este três, que dá realce à importância da preservação ambiental, na busca da minimização do impacto no meio ambiente global do espaço da mina, e com o recurso aos melhores métodos e técnicas disponíveis.

2.1. FASES DO PROJECTO MINEIRO

Qualquer projecto mineiro típico é constituído por um conjunto de etapas interligadas e de encadeamento sequencial, que vão desde a prospecção e pesquisa passando pela fase de produção e fecho. Cada uma dessas etapas, por sua vez, pode ser dividida em várias actividades pontuais ou permanentes, com contributo diferente em termos de importância, tempo ou duração e custos para a etapa em particular e para todo o projecto.

A figura 1 apresenta um cenário típico de projecto mineiro para uma mina de pequena ou média dimensão (ENRG-RM, 2012).



1. Fonte refere \$1 M-\$20 M, mas a experiência sugere que os custos podem por vezes ser mais elevados até para minas de média dimensão. 2. Apenas para empresas contidas na sondagem. MEG estima que essas empresas representem 90-95% do investimento mundial em prospecção de minérios não ferrosos. Fonte: Hartman & Mutmanský "Introductory Mining Engineering" 2002; Behre Dolbear; Metals Economics Group, RMG Database

Figura 1 - Cenário típico de projecto mineiro (Fonte: Estratégia Nacional para os Recursos Geológicos – Recursos Minerais, de 11 de Setembro de 2012)

No caso particular de uma mina de volfrâmio ou tungsténio, a *International Tungsten Industry Association* (ITIA) apresenta um cenário equivalente com indicação de Risco e Custos parciais do projecto, conforme esquematizado na figura 2, onde estão designadas as etapas de desenvolvimento de um projecto mineiro desde a prospecção inicial até à descoberta do depósito e estudos técnicos com vista à produção.

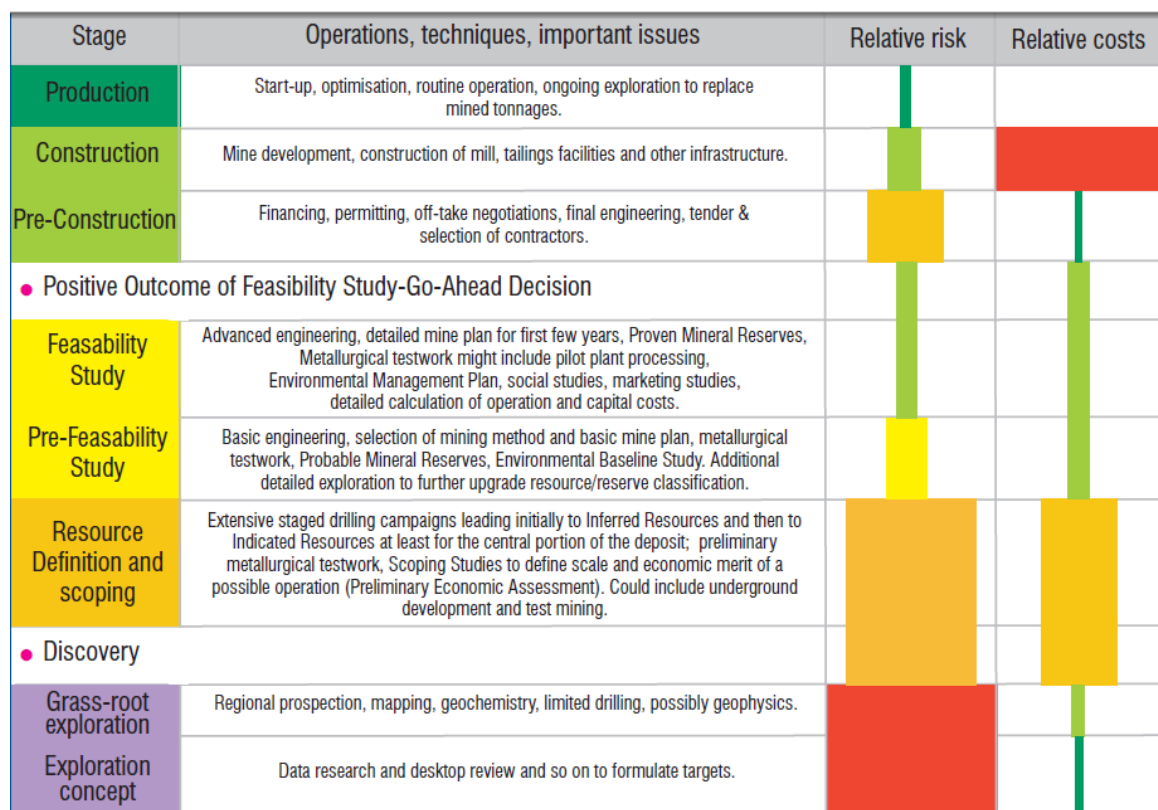


Figura 2 - Riscos relativos e custos relativos por fase do projecto mineiro (ITIA, 2012)

Dos factores que mais influenciam o sucesso e longevidade de um projecto mineiro, destacam-se:

- A dimensão do jazigo e produções anuais
- As cotações do minério extraído e sua evolução
- Os teores
- As taxas cambiais
- Os custos de produção

Qualquer grande alteração nos factores atrás indicados terá consequência directa nos resultados dos exercícios anuais da empresa concessionária e também na disponibilidade de dinheiro a cada momento (*cash flow*).

As fases de um projecto são a Planificação, a Implementação e a Produção. Ao nível mineiro as fases do projecto são 4: Prospeção e Pesquisa, Desenho e Construção, Exploração e Fecho. Estas fases são abordadas nos pontos seguintes.

2.1.1.Fase 1- Prospeção e Pesquisa

Um projecto mineiro típico inicia-se com fase de prospecção e pesquisa em gabinete, com recolha e análise de dados sobre cartas geológicas e outra informação geológica e geocientífica publicada, na procura de determinado depósito mineral em função de locais teoricamente propícios à formação dos mesmos. Naturalmente que a disciplina das geociências, conhecida como metalogénese, será fulcral neste estudo inicial da procura de um recurso mineral que a sociedade busca, no sentido de superar uma carência detectada num qualquer sector tecnológico. É um processo de descoberta de depósitos minerais em dimensão e/ou quantidade e/ou qualidade economicamente viável para serem extraídos da crosta terrestre.

Numa fase posterior da prospecção, já para uma determinada área seleccionada, são aplicados métodos indirectos e directos para caracterização e delimitação – e se possível limitação – de zonas mineralizadas. Inclui prospecção regional, mapeamento, geoquímica, geofísica e, eventualmente, recolha de amostras e execução de sanjas superficiais e sondagens mais profundas.

Uma vez descoberto o depósito mineral, a prospecção visa recolher informação e caracterização mais fiável do recurso, de modo a planear o *design* ou construção da infra-estrutura da mina e seleccionar o método de exploração. A definição da forma do depósito, da tonelagem e da distribuição de teores, bem como a caracterização geomecânica do maciço rochoso, informação essa de carácter geotécnico quer do maciço mineralizado quer da rocha encaixante, são essenciais no projecto e planeamento da infra-estrutura e escolha do método de exploração.

Para o depósito mineral descoberto e caracterizado, são elaborados vários estudos de avaliação, de pré-viabilidade e de viabilidade técnica e económica, de modo a suportar a decisão de arranque do projecto mineiro. A avaliação envolve a consideração de todos os impactos ambientais e socioeconómicos com a eventual passagem do depósito mineral para uma mina e pós-mina. Para além do financiamento do projecto, esta avaliação de riscos e benefícios da mina é crítica para a autorização governamental do projecto mineiro.

2.1.2.Fase 2 – Design e Construção

O *design* e construção da infra-estrutura geral de base da mina deve resultar no melhor *layout* para os trabalhos mineiros de modo a permitir retirar o máximo de minério disponível do jazigo, com custo mais baixo possível e nas melhores condições de segurança.

O *design* & construção da infra-estrutura geral de base de uma mina, também designado genericamente por trabalhos de “Preparações” ou “Preparação”, tem em conta a localização da mina e a morfologia do terreno, as características geotécnicas do maciço e em particular do

jazigo, o método de exploração previsto, factores de segurança, objectivos de produção, disponibilidade de água, entre outros.

Além destes factores, consideram-se ainda a construção de rampas e acessos, o sistema de extracção de minério e ganga, os desenhos de diagramas de fogo e as opções de perfuração e carregamento de explosivos, requisitos do equipamento de carga e transporte, ciclos mineiros, eficiências, turnos previstos de produção e utilização geral. Não deverão ser esquecidos os meios de abastecimento de energia (eléctrica e ar comprimido), o planeamento, ainda que primário, dos sistemas de ventilação da mina e de esgoto de água que sempre afluí aos trabalhos subterrâneos, bem como as diversas soluções a serem postas em prática na área do sustimento, aspecto este fulcral para garantia máxima da protecção de pessoas e bens dentro da mina.

2.1.3.Fase 3 – Exploração

É, obviamente, a fase mais importante do projecto mineiro e, se factores externos não influenciarem de forma determinante o projecto, decorre até ao esgotamento do recurso.

A produção é a fase operacional na qual o recurso é minado e tratado, até ao ponto de poder ser colocado no mercado.

A fase de produção tem habitualmente uma pré-etapa em que se realizam ensaios de forma a alcançar as condições normais da operação (ITGE, 1991). Neste período ocorrem acções de correcção para obter a qualidade e quantidades desejáveis. Após a pré-fase, dá-se início à produção propriamente dita em que se obtém o produto final.

Em todos os tipos de mineração, sejam a céu aberto ou em subterrâneo, procede-se à extracção e valorização de minérios. Em cada projecto, os métodos de lavra e de beneficiação são diferentes, escolhendo-se e adaptando-se a cada caso.

Nas minas subterrâneas há um impacto ambiental menos visível no entanto compreendem maiores custos na produção e maiores riscos para a segurança. Os projectos de maior envergadura são normalmente a céu aberto, por possibilitarem maiores capacidades de produção e menores custos de operação.

A produção consiste nas etapas de perfuração e carregamento, transporte e extracção. São utilizadas cargas explosivas ou equipamentos mecânicos para desmontar o minério tal-qual que, uma vez chegado à lavaria de tratamento, sofre apuramento dos minerais úteis. Na lavaria o material sofre fragmentação e moagem de forma a libertar e isolar o mineral útil, normalmente presente em muito poucas quantidades, e à separação do material considerado estéril por métodos gravíticos, químicos, magnéticos, lixiviação, entre outros.

A libertação de grandes quantidades de material estéril e de lamas obriga ao tratamento e armazenamento adequados. O material estéril e os resíduos da separação mineral devem obedecer a normas ambientais previstas em lei, de forma a diminuir ao máximo os impactos ambientais que lhe estão associados. A gestão das instalações de resíduos é hoje em dia determinante para a viabilidade e sucesso do projecto mineiro.

2.1.4.Fase 4 – Fecho

Historicamente era prática comum “abandonar” uma mina quando se exauriam as reservas. O solo era então deixado exposto tal qual, sem protecção ou sem cobertura vegetal e os materiais sem valor económico eram deixados em pilhas ou descarregados sem qualquer ordenamento em cavidades da própria mina, cavidades naturais ou criadas artificialmente. Havia muito pouca preocupação com o ambiente e nenhuma consideração sobre como a mina podia afectar negativamente o ecossistema circundante nos anos seguintes.

Até há pouco tempo, o desmantelamento das instalações, o encerramento completo de uma mina e a realização das actividades de reabilitação no final da sua vida útil ou não eram obrigatórias por lei, ou não se lhes exigia o cumprimento efectivo das políticas e regulamentos sobre essa reabilitação quando existiam e, definitivamente, não era um elemento comum nas políticas e práticas da gestão mineira das Empresas. O 4º Principio Fundamental para um bom empreendimento mineiro anteriormente referido, pura e simplesmente, não “existia”.

Entre 12 e 15 maio de 2002, teve lugar a Conferência *Global Mining Initiative* (GMI) em Toronto, no Canadá. Foi precedida pelo processo *Mining, Minerals and Sustainable Development* (MMSD). O respectivo relatório e as suas recomendações colocaram à disposição uma base para discussão e para o desenvolvimento das etapas seguintes.

Essas acções começaram o que foi considerado então, um processo de mudança, provavelmente irreversível e um marco para o sector das indústrias extractivas. Pode ser considerado o início de uma nova era, um ponto de viragem histórico, tendo em conta a abordagem integrada e holística do planeamento sobre os recursos minerais.

As recomendações do processo sugerem que as operações mineiras têm um enorme potencial para criar, contribuir e apoiar o desenvolvimento sustentável de uma comunidade. O verdadeiro desafio só se verifica quando, por qualquer razão, a mina fecha e, pior, é abandonada. É então que a comunidade se depara com o possível colapso socioeconómico e com os passivos ambientais já existentes ou potenciais. Entre os problemas ambientais que a indústria extractiva enfrenta, o das minas abandonadas, tem sido particularmente lento a ser abordado.

As minas abandonadas são a maior causa de degradação ambiental da indústria extractiva a longo prazo e suscitam um legado de desconfiança em relação à actividade mineira.

No século 21, a indústria extractiva pode e continuará a ser um sector fundamental para o desenvolvimento sustentável e para a erradicação da pobreza. Portanto, torna-se necessária uma abordagem integrada e global para o sector, de modo a enfrentar os desafios acima mencionados.

Considera-se que para se perseguir o objectivo do desenvolvimento sustentável no sector da indústria extractiva a nível mundial, é necessário continuar a insistir em três prioridades. A primeira prioridade é a de progressivamente desenvolver e implementar a Boa Governança no sector das indústrias extractivas. Em termos de Ambiente e Gestão dos Recursos Minerais que é outra prioridade, considera-se serem necessários mais esforços para aumentar a eficiência e a eficácia da produção e reduzir o desperdício de recursos minerais, nomeadamente, através do aumento da reciclagem / reutilização e tornando os produtos mais apelativos, funcionais e duráveis. Tal como todas as outras actividades durante o período de produção, o fecho, a reabilitação atempada logo após o fecho e o período após o fecho devem ser também actividades adequadamente planeadas e, tanto quanto possível, ser capazes de repor / reforçar os valores da biodiversidade afectados. Como terceira prioridade, considera-se que o Período de Transição da Operação para o Fecho é da maior importância (19.ª reunião da Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, Nova Iorque, 2011) (figura 3).

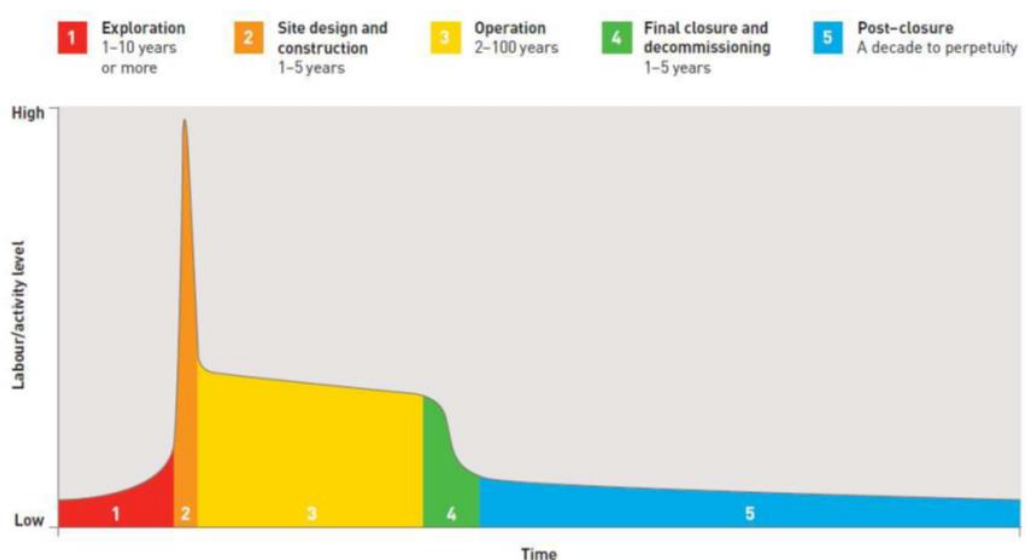


Figura 3 - Mining's contribution to sustainable development - an overview (Fonte: International Council on Mining and Metals - ICMM)

As operações mineiras, para serem coerentes com o conceito de desenvolvimento sustentável, têm que, desde o início das operações, promover e actualizar permanente e regularmente, planos detalhados para o seu fecho, no final da sua vida útil. A produção desses planos deve abranger avaliações de risco da gestão ambiental praticada ao longo do tempo, a consulta à comunidade e o planeamento da execução. Posteriormente deve incluir ainda o acompanhamento da sua aplicação e as eventuais correcções que forem necessárias.

A sustentabilidade na indústria extractiva é o processo de transformar os activos (capital) gerados no decorrer da exploração da mina em outras formas de activos que persistem para lá do fecho da mesma e que são instrumentos do necessário desenvolvimento posterior à actividade do sector mineiro. Esta expectativa de que uma mina deve gerar os recursos para o processo de fecho e para a gestão do pós-fecho é um requisito para que a indústria extractiva possa ser considerada um contribuinte para o desenvolvimento sustentável (*Mining & Sustainability*, 2010).

De acordo com os objectivos da Política Comunitária do Ambiente, a Directiva 2006/21/EC estabelece os requisitos mínimos para prevenir ou reduzir tanto quanto possível todos os efeitos adversos para o ambiente e para a saúde humana que resultem da gestão dos resíduos da indústria extractiva, tais como rejeitados, material estéril e de cobertura. Esta Directiva cobre a gestão de resíduos das indústrias extractivas terrestres, o que quer dizer, os resíduos resultantes da prospecção, extracção (incluindo as actividades do estágio de desenvolvimento e de pré-produção), tratamento e armazenamento de recursos minerais e do trabalho em pedreiras.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de Fevereiro, que a transpõe para a jurisdição Portuguesa é necessário indicar claramente quais os requisitos que as instalações de resíduos para as indústrias extractivas devem cumprir, relativamente à localização, gestão, controlo, fecho e, ainda, relativamente às medidas de protecção a tomar contra as ameaças ao ambiente natural nas perspectivas de curto e longo prazo e, mais especificamente, contra a poluição das águas subterrâneas pelas infiltrações dos lixiviados no solo. De modo a minimizar o risco de acidentes e de modo a garantir um elevado padrão de protecção do ambiente e da saúde humana, os Estados Membros, depois da transposição para as jurisdições nacionais devem assegurar que todos os operadores de uma instalação de “categoria A” adoptam e aplicam uma política de prevenção para acidentes graves.

Em termos de medidas preventivas, este Decreto-Lei implica a entrega por parte dos operadores de um sistema de gestão da segurança, de planos de emergência para serem usados em caso de acidentes graves e a disseminação de informação de segurança por pessoas que possam ser afectadas por um acidente grave.

Em caso de acidente, os operadores devem ser capazes de fornecer às autoridades competentes toda a informação relevante e necessária para mitigar os impactes ambientais negativos ocorridos ou potenciais.

De acordo com o Artigo 31 do mesmo DL n.º 10/2010 o operador de uma instalação de resíduos de uma indústria extractiva deve ser obrigado a apresentar uma garantia financeira ou equivalente, em conformidade com os procedimentos decididos pelos Estados-Membros que assegure que todas as obrigações decorrentes da licença serão cumpridas, incluindo as relativas ao fecho e após o fecho da instalação de resíduos.

A garantia financeira deverá ser suficiente para cobrir o custo da reabilitação dos terrenos afectados pela instalação de resíduos, que inclui a instalação de resíduos em si, como descrito no plano de gestão de resíduos, elaborado nos termos do artigo 10.º e exigido pela licença prevista no artigo 31.º, e avaliada devidamente por terceiros devidamente qualificados e independentes. É também necessário que a garantia seja prestada antes do início das operações de deposição de resíduos na instalação e que seja ajustada periodicamente. Além disso, de acordo com o princípio do poluidor pagador e com o Decreto-Lei n.º 147/2008 que transpõe a Directiva 2004/35/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Abril de 2004, sobre responsabilidade ambiental no que respeita à prevenção e reparação dos danos ambientais é importante esclarecer que um operador de uma instalação de resíduos das indústrias extractivas está sujeito a uma responsabilidade adicional adequada em relação aos danos ambientais causados pelas suas operações ou pela ameaça iminente de tais danos.

O Plano de Fecho deve estabelecer e garantir a criação e constante actualização de um Processo de Fecho para a mina que, durante o período de exploração, guie todas as decisões e acções da gestão da Empresa de modo a acautelar o comprometimento futuro do ambiente natural, da saúde pública e da segurança das populações e que, no final da vida da Mina, assegure as seguintes condições:

- As condições ambientais não ficam sujeitas a agressões físicas ou químicas que conduzam à sua degradação;
- O uso futuro do solo após o encerramento é possível, adequado para a região e sustentável a longo prazo;
- São, tanto quanto possível, minimizados os impactes socioeconómicos devidos ao Fecho (Plano de Fecho da Mina da Panasqueira, 2011).

O Encerramento Completo estará terminado quando os objectivos estabelecidos no Processo de Fecho, incluindo os aspectos sociais envolvidos no mesmo, forem atingidos. Pode-se dizer que a

Mina estará completamente encerrada, quando terminar o Contrato de Concessão da Exploração outorgado pelo Estado e as responsabilidades estiverem livremente assumidas e aceites pelos novos responsáveis pelo local.

Para conseguir atingir esse objectivo num ambiente legislativo cada vez mais exigente e com as expectativas crescentes dos grupos ou organizações afectadas, ou que possam ser potencialmente afectadas pelo Fecho e/ou pelas consequências do mesmo, é preciso todo um Processo (Processo de Fecho), que tem necessariamente que envolver todos os actores (autoridades locais, regionais e nacionais e todos os grupos e organizações locais afectadas).

O Processo de Fecho abrange o estabelecimento dos objectivos a atingir e a descrição, a planificação e a realização de todas as actividades relacionadas com o Plano de Fecho, a executar durante o período de exploração, ou logo imediatamente após a interrupção da produção no final da vida da Mina.

Nesta última fase em que já se esgotaram as reservas, deve-se proceder às actividades de desmontagem dos equipamentos fixos, desmantelamento das instalações e das infra-estruturas sem uso futuro estabelecido no Plano de Fecho aprovado e à reabilitação dos solos afectados, de acordo com o planeado uso futuro dos mesmos.

Em resumo, o Processo de Fecho começa pelo estabelecimento dos objectivos no Processo de Fecho e termina com a demonstração de que o mesmo foi bem-sucedido e que teve êxito ao atingir os objectivos propostos face a critérios pré-estabelecidos.

O balanço do Encerramento Completo, em última análise, determinará se o que é legado é benéfico ou prejudicial para as futuras gerações. Se o Fecho das operações não for realizado de uma forma planeada, eficiente e eficaz, o local pode continuar a ser perigoso e a constituir uma fonte de poluição ambiental por muitos anos.

Na preparação de um Plano de Fecho deve adoptar-se uma metodologia de visão alargada e integradora, incluindo:

- Recolher, estudar e interpretar todos os impactes que ocorrem e/ou possam vir a ocorrer e a afectar as comunidades locais em termos Ambientais e Socioeconómicos, devidos ao Fecho da Exploração;
- Convidar e permitir que todos os actores (autoridades locais, regionais e nacionais e todos os grupos e organizações locais afectadas) proponham, vejam discutidos e, se possível, considerados os seus interesses no Processo de Fecho;

- Procurar e recolher o suporte dos órgãos governamentais e das autoridades regionais e locais, dos donos das propriedades vizinhas, da comunidade local e, de um modo geral, de todos os interessados, para as decisões relativas ao Fecho;
- Assegurar que todo o Processo decorre atempadamente, de maneira ordenada e sem custos excessivos;
- Estabelecer um conjunto de critérios, de objectivos e de indicadores que permitam analisar e concluir sob o sucesso ou insucesso em atingir os objectivos do Plano de Fecho, durante e no final do mesmo;
- Calcular o Montante do Custo de Fecho com base num custeio detalhado de todas as tarefas dos Estudos, Projectos de Fecho e de Reabilitação, utilizando listas de preços de Empresas independentes ou preços de mercado;
- Assumir que os Custos do Fecho constam dos balanços da Empresa e que serão adequadamente cobertos através de um Instrumento Financeiro adequado, de modo a assegurar que o Estado e a Sociedade Civil não herdem passivos ambientais e socioeconómicos;
- No final, demonstrar que se alcançaram todos os objectivos e indicadores propostos, com os critérios definidos no Plano de Fecho, para satisfação de todos os actores principais que nele participaram. Terminar o Contrato de Concessão da Exploração outorgado pelo Estado e entregar as responsabilidades pelo local a quem as tiver livremente assumido e aceite.

O objectivo global a atingir com um Plano de Fecho é o de conseguir o Encerramento Completo da Mina de modo organizado e eficiente, minimizando os custos envolvidos. Para o conseguir é necessário:

- Prevenir, minimizar ou remediar (por esta ordem) os impactes adversos (físicos, sociais e económicos) durante a operação e no final da vida da mina;
- Desenvolver Processos de Fecho que assegurem, para cada uma das áreas e para cada um dos cenários de possível uso futuro das instalações, o cumprimento da legislação e das normas em vigor.
- Assegurar que com os Processos de Fecho retidos, o ambiente natural não fica sujeito a agressões físicas ou químicas que conduzam à sua degradação e os locais reabilitados se integram no meio envolvente.

3. AS MINAS DA PANASQUEIRA

3.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A mina da Panasqueira localiza-se na região centro de Portugal, no flanco sul da Serra da Estrela e a poente da denominada “Cova da Beira” que abrange as cidades da Covilhã e do Fundão.

Embora, na sua maior parte, pertença à freguesia de Aldeia de S. Francisco de Assis e S. Jorge da Beira, concelho da Covilhã e distrito de Castelo Branco, a área da concessão estende-se também à freguesia de Unhais-o-Velho, concelho de Pampilhosa da Serra, distrito de Coimbra.

Uma outra parte da concessão localiza-se no concelho do Fundão, denominada “Rio” no lugar do Cabeço do Pião. Esta zona foi desanexada do couto mineiro por protocolos entre a empresa e a Câmara Municipal do Fundão, com devida autorização da DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia, e com escritura de doação em Maio de 2007.

A actual concessão C-18, de 16 de Dezembro de 1992, tem uma área de 19.135.983 m² e compreende o englobamento de várias antigas concessões (Vale da Ermida, Vale do Muro, Panasqueira, Cabeço do Pião e outras). Daí resulta a dicotomia Mina/Minas da Panasqueira.

Por estrada, a mina dista aproximadamente 300 km de Lisboa, 250 km do Porto e 100 km de Coimbra (figura 4).

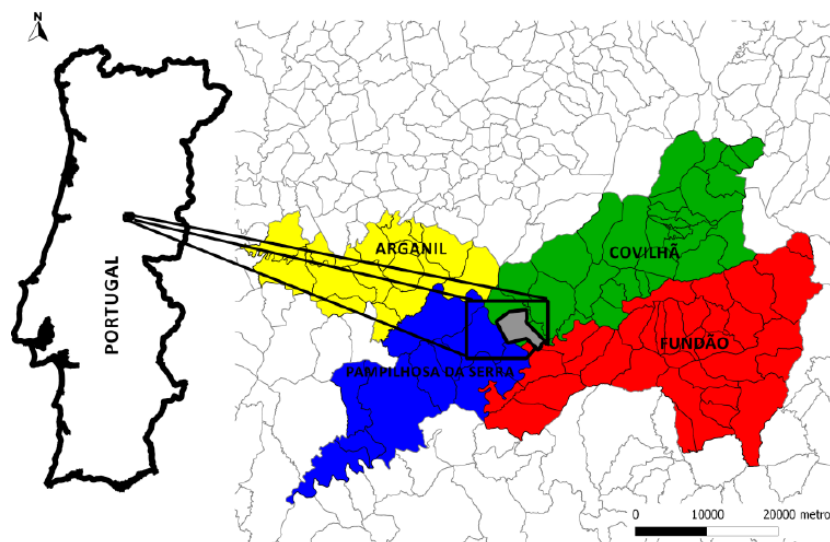


Figura 4 - Mapa de Portugal Continental com indicação da área da Concessão

As coordenadas aproximadas são: Latitude 54.000,00 (Hayford-Gauss) ou 40°9'16" e Longitude 33.000,00 (Hayford-Gauss) ou 7°44'49".

3.2. RESENHA HISTÓRICA

A exploração das Minas da Panasqueira coincide com a primeira aplicação industrial de volfrâmio, nos fins do século XIX. A empresa tem o primeiro registo em 1886 com concessão atribuída à Sociedade de Minas de Wolfram em Portugal – Lisboa da empresa Almeida, Silva Pinto & Comandita, exploradora de Minas de volfrâmio existentes no Fundão e Covilhã e com sede em Lisboa, em 1898. Esta concessão abrangia os concelhos da Covilhã e Fundão, com as explorações situadas na Panasqueira e Cabeço do Pião, locais iniciais de exploração. A concessão estendeu-se, posteriormente, ao Vale das Freiras, Vale da Ermida e Barroca Grande, dando origem à área denominada por Couto Mineiro da Panasqueira, num total de 21km².

De forma resumida, indicam-se a seguir os acontecimentos marcantes na história da mina da Panasqueira, ao longo dos seus 130 anos¹.

1887	Portaria de Direitos de Descoberta (Cabeço do Pião)
1898	Primeira concessão mineira (Cebola, Bodelhão e Cabeço do Pião) – Sociedade de Minas de Wolfram em Portugal
1904	Construiu-se a lavaria mecanizada no Cabeço do Pião (Lavaria do Rio)
1911	Constituição da Wolfram Mining & Smelting Company
1912	Instalação do cabo aéreo (5.100 m) até à Lavaria do Rio
1934-1945	Regista-se a maior actividade nas Minas durante a 2ª Guerra Mundial (5.730 trabalhadores e 4.780 ao “quilo”)
1944	Decreto-Lei do Governo fecha todas minas de volfrâmio
1970	Construção da Lavaria na Barroca Grande
1973	Formação da empresa portuguesa Beralt Tin & Wolfram (Portugal) S.A
1980 1984	- Mecanização da operações mineiras e alteração do método de desmonte para Câmaras e Pilares
1984	Início dos trabalhos no Nível 2 (620 a 560 m)

¹ Uma evolução histórica da empresa concessionária e respectiva estrutura accionista entre outras informações institucionais pode ser consultada em https://pt.wikipedia.org/wiki/Mina_da_Panasqueira, documento elaborado em 2017 pela equipa técnica do grupo Almonty (<http://www.almonty.com/>) com colaboração da equipa técnica da mina.

1993	MINORCO fecha a mina – reabre AVOCET em 1995
1996	Início dos trabalhos no Nível 3 (560 a 470 m)
1996/1997	Transferência total da Lavaria do Rio para a Barroca Grande
1998	O Poço Cláudio dos Reis entre L2 – L3 entra em funcionamento
2007	A Sojitz Corporation lança uma OPA sobre a Primary Metals, formando a Sojitz Beralt Tin & Wolfram (Portugal) S.A
2016	O Grupo Almonty Industries Inc., adquire a 100% os direitos de exploração da Mina da Panasqueira – BERALT TIN & WOLFRAM (PORTUGAL) S.A.

No ano de 2015, na continuação da tendência de descida das cotações do minério de volfrâmio, a anterior empresa accionista preparou o encerramento da mina devido aos resultados líquidos negativos. A entrada do grupo Almonty, com visão estratégica e de posicionamento global na produção de volfrâmio, permitiu, não só manter a lavra mineira, como começar a recuperar níveis de produção anteriores.

3.3. GEOLOGIA DO COUTO MINEIRO

A mina da Panasqueira localiza-se na zona paleogeográfica denominada de Zona Centro Ibérica, em terrenos metassedimentares pertencentes ao Complexo Xisto Grauváquico, nos denominados “Xistos das Beiras”, junto ao limite sul do Complexo Granítico Hercínico do maciço da Serra da Estrela (Thadeu, D, 1979; Sousa, M.B., 1985).

Nas figuras 5 e 6 indica-se com uma estrela a negro a localização da mina sobre um Mapa Geológico Simplificado de Portugal Continental e sobre um mapa da Península Ibérica.



Figura 5 - Mapa geológico simplificado de Portugal Continental

Em termos de interesse mineiro prático e de forma muito simplificada, podemos descrever o contexto litológico como sendo constituído por uma rocha encaixante que é ganga e genericamente referida como xisto, e o conjunto de filões mineralizados sub-horizontais que são objecto da lavra mineira, normalmente constituídos por uma matriz de quartzo e onde se encontram presentes todos os minerais com interesse económico. Naturalmente que, ainda nestes filões, vamos encontrar uma grande variedade de outros minerais que não possuem interesse económico para além do seu valor enquanto espécies raras dada a paragénese em que se encontram.

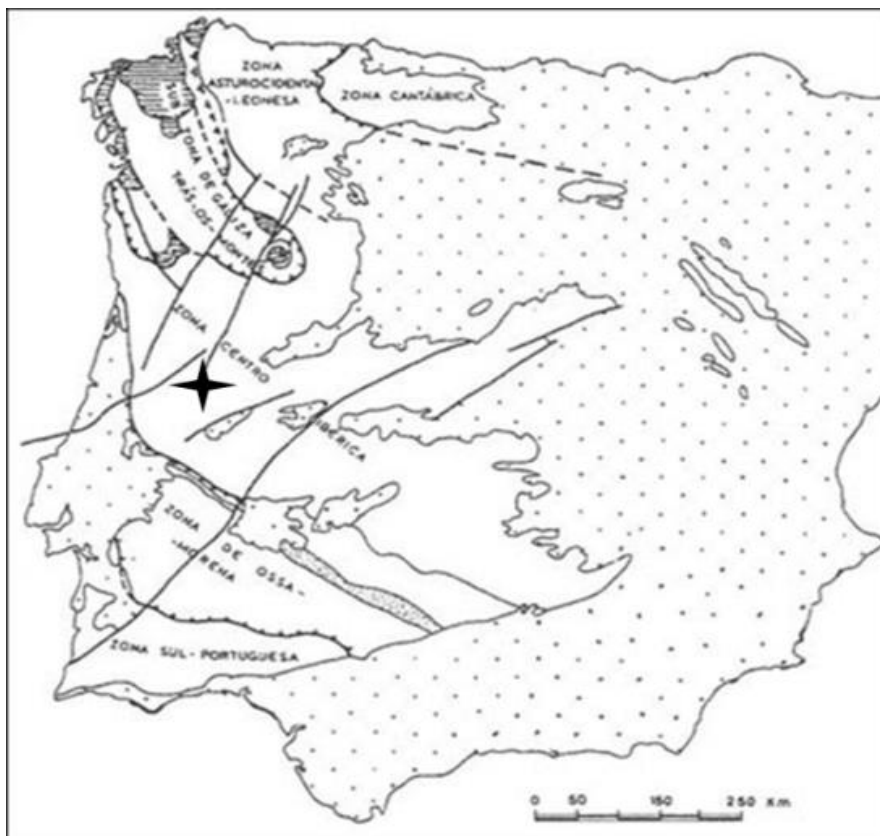


Figura 6 - Zonas paleogeográficas e tectónicas do Maciço Ibérico, segundo o Mapa Tectónico da Península Ibérica, modificado (Julivert et al., 1974)

Na figura 7 apresenta-se a carta geológica simplificada da área da concessão, na qual se projectam representações das denominadas Galerias de Base dos Níveis 1, 2 e 3, conhecidas como infra-estrutura geral de base dos trabalhos subterrâneos da mina.

Nesta carta ainda se assinalam as Falhas geológicas principais e as litologias predominantes. Salienta-se em particular a presença de um maciço granítico greisenizado, não aflorante, mas que ao longo do tempo da exploração subterrânea foi sendo intersectado pelos trabalhos de escavação (Nível 1, Nível 2 e Nível 530).

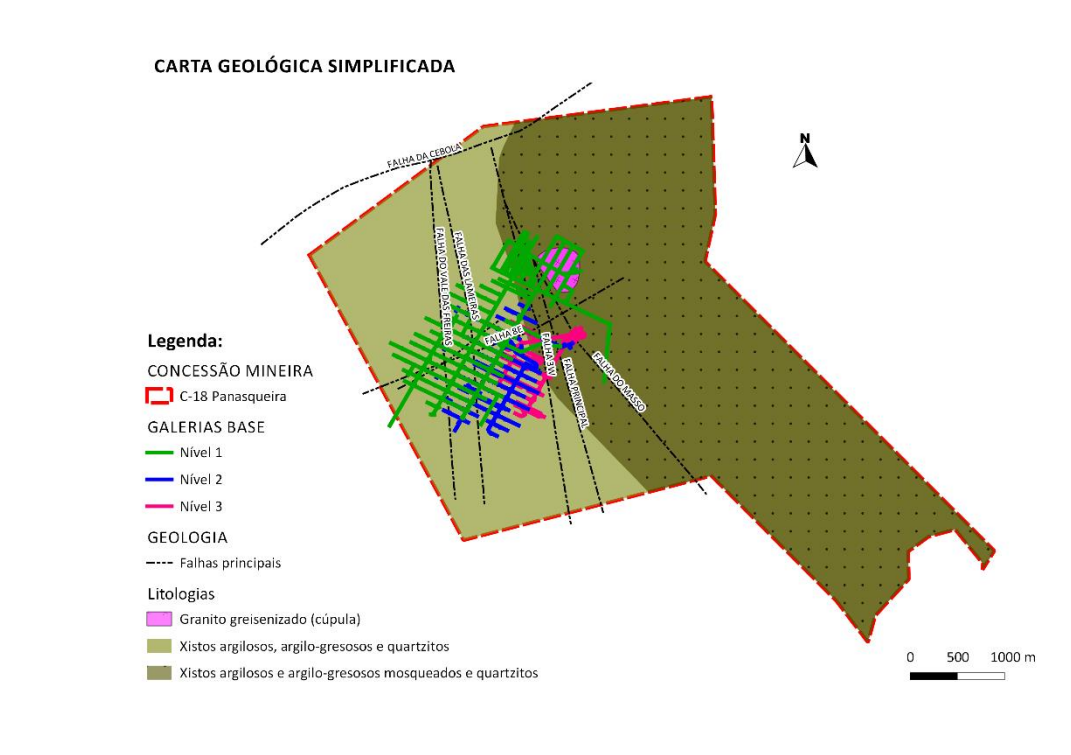


Figura 7 – Carta geológica simplificada da área da concessão

O volfrâmio² ocorre na terra em jazigos minerais que foram enriquecidos ao longo de processos geológicos. É comumente aceite que o campo filoniano que constitui o jazigo da mina da Panasqueira está espacial e geneticamente associado à intrusão granítica cartografada através de sondagens e dos trabalhos mineiros. O clark de concentração do volfrâmio na terra é de cerca de 1,5 ppm. O tungsténio é um elemento litófilo, a sua presença é mais abundante no granito (2ppm) do que no basalto (1ppm) ou nas rochas ultra-máficas (0,5ppm) (Schmidt, 2012).

Associado ao evento orogénico Hercínico, desenvolveram-se filões de quartzo leitoso de origem metamórfica. Estes filões verticais subconcordantes com a xistosidade constituem os localmente designados filões de “seixo bravo”, aludindo à ausência de mineralização nestas estruturas.

² O Volfrâmio ou Tungsténio está bastante associado ao mineral Wolframite. Segundo Lassner e Schubert (2005), no século XVI, os mineiros de Estanho da Boémia e Saxónia, na Alemanha, referiam a existência de um mineral que acompanhava o Estanho (*instore*) e alterava o processo de fundição do Estanho, criando espuma, como se esse mineral, a que chamavam *wolf* (lobo em português) porque “comia” o Estanho. Georgius Agricola refere a existência de um mineral negro no seu livro “*De Natura Fossilium*”, publicado em 1546 que denomina de *Spuma Lupi* (pode traduzir-se como lobo espumoso ou espumante) ou *wolfsschaum* em alemão (Lassner e Schubert, 2005). O nome wolfram surge então de *wolf* (wolf, lobo) e *ram* (foam, espuma).

Em contrapartida a denominação tungsténio deriva do sueco (*tung + sten*) que significa pedra pesada.

Um dos modelos explicativos das fracturas sub-horizontais onde se instalaram os filões de quartzo associa o seu desenvolvimento à referida intrusão granítica, que na fase posterior à sua instalação, devido ao arrefecimento e contracção, criou aberturas verticais no conjunto de diaclases pré-existentes e que foram preenchidas por fluidos hidrotermais fortemente mineralizados (Ribeiro, A. & Pereira, E., 1982). Tem lugar, deste modo, a génese do campo filoniano do jazigo mineiro da Panasqueira, possuidor de uma importante mineralização economicamente viável num longo período temporal, de volframite, cassiterite e calcopirite. Esta mineralogia permite a produção de concentrados de volfrâmio, estanho e cobre, respectivamente.

Não raras vezes, os filões mineralizados intersectam os filões de “seixo bravo”, determinando claramente a instalação inicial dos filões de “seixo bravo” atravessados pelos filões horizontais ou sub-horizontais mineralizados posteriores (figura 8).



*Figura 8 - Fotografia de filão de "seixo bravo" atravessado por filão horizontal mineralizado
(Imagens: Arquivo BTW)*

O campo filoniano é extremamente denso e extenso, com centenas de filões identificados e parte deles já explorados. As possanças (menor distância entre pontos dos encostos do filão) variam entre alguns centímetros e mais de um metro, com possança média geral de 15 cm. Segundo a estatística realizada pela empresa, actualmente a possança média dos filões em exploração é de 25 cm. A extensão horizontal de cada filão pode ultrapassar os 100 metros. Nas figuras seguintes apresentam-se diferentes configurações de filões.



Figura 9 - Fotografia de filão possante



Figura 10 - Fotografia de filões pouco possantes

Outro aspecto igualmente importante é a presença das falhas geológicas principais, aflorantes, de escala regional, que condicionam o jazigo e a lavra mineira. Estas falhas têm duas direcções predominantes, aproximadamente Norte-Sul e Nascente-Poente. Esta distinção é particularmente importante, uma vez que a direcção da falha representa um preenchimento diferente.

As falhas têm impacto nos trabalhos mineiros, uma vez que estes têm de ser adequados eficazmente a essas realidades. As falhas com direcção Norte-Sul têm maiores implicações em termos de segurança dos trabalhos mineiros do que as falhas orientadas a Nascente – Poente. Isto deve-se ao facto de as falhas Norte – Sul apresentarem um preenchimento normalmente argiloso e com maior presença de água enquanto as falhas Nascente-Poente são normalmente preenchidas por material carbonatado (brechas) e não inspiram tanto cuidado quanto as anteriores.

3.4. MINERALOGIA

A mina da Panasqueira apresenta um jazigo formado por filões de quartzo. Estes filões têm direcção sub-horizontal, são bastante extensos e são ricos na variedade de paragéneses mineral.

Apresentam uma possança variável, entre 1cm e 1m (com possanças médias de 25cm). A extensão horizontal pode atingir os 200m, sendo em média 48m (Williams, 1985).

No interior da massa filoniana, existem cavidades com cristais de quartzo, cassiterite, volframite, arsenopirite, apatite, siderite e fluorite. De entre estes, a volframite é o mineral com maior importância económica. Existem vários minerais de volfrâmio, mas apenas a scheelite e a volframite ((Fe, Mn), WO₄) têm importância económica na sua exploração. A volframite é uma série sólida que varia com os teores de ferro e de manganês, denominando-se Ferberite, no primeiro caso, e Hubnerite, no segundo. Na mina da Panasqueira ocorre sob a forma férrica.

Os cristais aparecem em cavidades dentro do filão às quais se refere localmente como “rotos” e podem chegar aos milhares de euros em função da beleza, raridade, tamanho e estado.

De quase todos os minerais é frequente o aparecimento de amostras de cristais (Fig. 11), mundialmente famosos, fazendo parte de importantes colecções de Museus de Mineralogia e reconhecidos por publicações internacionais especializadas. São exemplos recentes a Mineralogical Record (Vol. 45, No. 1 – January-February 2014) do Canadá e a Lapis Mineralien Magazin (Jg. 39, Nr. 7-8 – Jul/Aug 2014) da Alemanha.



Wolframite



Fluorite



Apatites



Blenda



Apatite



Siderite



Quartzo



Cassiterite

Figura 11 - Alguns minerais extraídos dos "rotos" da Mina da Panasqueira (Imagens: Autor)

A mineralização principal é composta por moscovite, wolframite, cassiterite e arsenopirite que transcorrem em maior ou menor quantidade num quartzo leitoso. Estes minerais apresentam uma localização preferencial no encosto do filão.

Na parte mais central do filão encontram-se os sulfuretos: calcopirite, arsenopirite, pirite e blenda.

Associado à arsenopirite ou à siderite, encontram-se marcassites. A rodear o conjunto aparecem os carbonatos, a dolomite e a calcite (Lourenço, 2008).

3.4.1. Sequência Paragenética

A sequência paragenética definida por Kelly & Rye (1979), apesar de algumas alterações com introdução de estágios intermédios, distingue quatro etapas de mineralização principais, esquematizadas na figura 12.

Na primeira etapa ocorre a formação de Óxidos-Silicatos, com a génese dos minerais de volframite e cassiterite, além do quartzo, moscovite e turmalina. Na fase seguinte formam-se os Sulfuretos, dando origem à calcopirite, pirite, esfalerite e pirrotite. A alteração da pirrotite em marcassite e siderite constitui a terceira fase da paragénesis. Por último, dá-se a formação de carbonatos tardios, nomeadamente calcite e dolomite, cujos minerais frequentemente cristalizados cobrem minerais, cristalizados ou não, de etapas de formação anteriores.

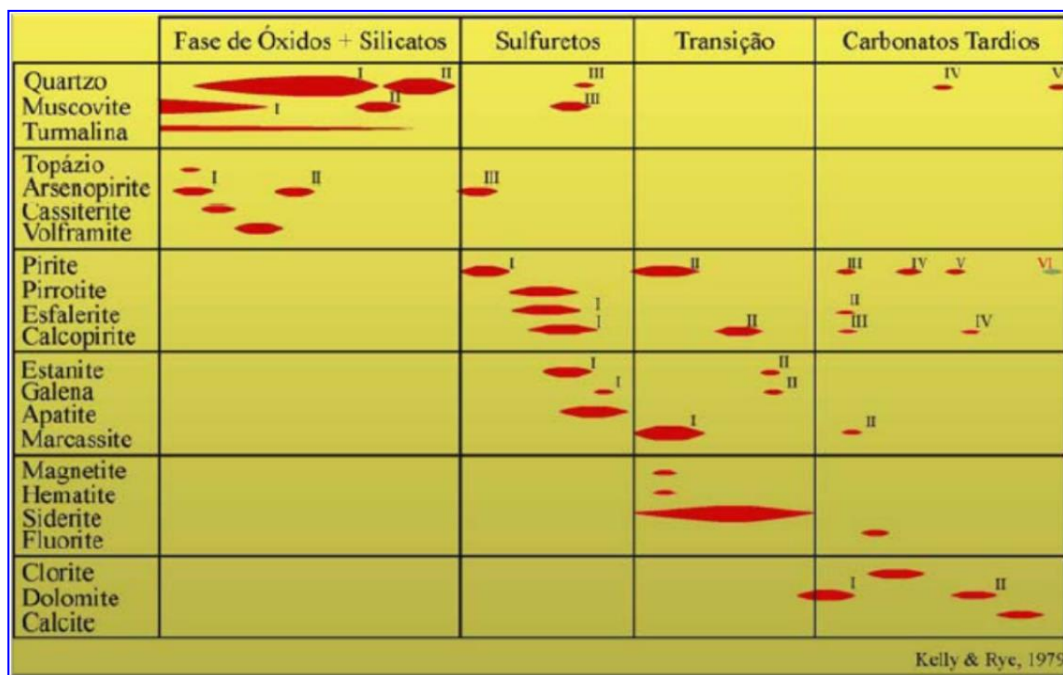


Figura 12 - Sequência Paragenética simplificada (Kelly & Rye, 1979)

3.4.2.Minérios produzidos

Para além do volfrâmio como produto principal, da mina também se obtêm concentrados de cobre e estanho como subprodutos, em quantidades bastante inferiores e que têm variado bastante ao longo dos anos.

Uma pequena parte dos rejeitados grosseiros é também vendida a empresas de construção civil ou cedida gratuitamente a entidades autárquicas, para emprego na construção civil e arranjo de caminhos. Trata-se de agregado inerte de granulometria extensa e não calibrado, constituído sobretudo por xisto e quartzo, rejeitado no ciclone do meio denso.

4. ENQUADRAMENTO MUNDIAL

Neste capítulo apresenta-se uma caracterização sucinta do mercado mundial do volfrâmio, relativamente à regulação das cotações, às transacções internacionais e aos câmbios, que condicionam o posicionamento da Panasqueira enquanto *player* deste mercado muito particular.

A produção de uma mina, designadamente de minérios metálicos, é destinada a grandes instalações metalúrgicas ou siderúrgicas, que produzem os produtos finais que integram os concentrados. Com o fim desse tipo de indústria em Portugal para os concentrados das minas portuguesas, as produções são colocadas no mercado internacional criando mais-valias de transformação noutros países.

4.1. COTAÇÕES DO TUNGSTÉNIO

Uma *Commodity* é uma mercadoria com transacções reguladas em bolsa. A maior parte dos minérios metálicos, tal como o cobre, o zinco, o ouro ou a prata são considerados *commodities*, facto pelo qual são transaccionados nas bolsas de valores, como por exemplo na Bolsa de Metais de Londres (LME – *London Metal Exchange*). Em contrapartida com outros minerais metálicos, o volfrâmio não é uma *commodity*.

O preço de mercado do volfrâmio é tornado público semanalmente (sexta-feira) por publicações especializadas tais como a *Metal Bulletin*. O preço é estabelecido com base em informações partilhadas por produtores, consumidores e comerciantes.

Este sistema é pouco transparente e imperfeito. Por um lado, depende da disponibilidade dos operadores para revelarem os valores implicados de cada negócio e, por outro, leva em consideração a informação dos comerciantes. Desta forma, o processo está susceptível à manipulação de preços uma vez que até pode representar uma muito pequena quantidade de material transaccionado.

Assim sendo, considera-se um preço meramente indicativo, a partir do qual terá mais interesse a análise da evolução e tendência evolutiva do que o valor preciso a um dado momento (Roskill, 2015). Mas, tal como em qualquer outro negócio e em qualquer outra área, o preço é sempre o melhor possível, negociado entre o representante da empresa e o representante do cliente.

Outro aspecto importante relativo à cotação do volfrâmio refere-se à atribuição do preço de referência ao Paratungstato de Amónio (APT – Ammonium Paratungstate) e não ao concentrado de venda.

O APT é o principal produto intermédio e também o principal produto em bruto de volfrâmio que é comercializado nos mercados internacionais. Assim, o preço do concentrado será o preço do APT deduzindo uma percentagem ou quantia fixa.

O Paratungstato de amónio (APT) é um material branco cristalino, finamente dividido. É produzido por evaporação da solução de tungstato de amónio purificado para obter cristais de paratungstato puro. O controlo de tempo, temperatura, concentração e pH determinam a qualidade e características físicas dos cristais de paratungstato de amónio. Começando com vários minérios e sucata e passando por um processo químico expansivo, o APT é usado para produzir vários materiais de tungsténio, incluindo trióxido de tungsténio, óxido azul de tungsténio e pós e carbonetos de tungsténio. Esses pós são usados para produzir inúmeros produtos, incluindo fio, ferramentas de corte, tarugos, eléctrodos de soldadura, ferramentas de mineração (por exemplo, bits para os jumbos de perfuração) e muitos outros. Outras aplicações são nas áreas de géis absorventes, agentes colorantes na indústria de porcelana e indústria de catalisadores (GTP, 2017).

A fórmula química do APT é: $(\text{NH}_4)_{10}[\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{42}]4\text{H}_2\text{O}$. O peso molecular é de 3133 g/mol.

4.2. MERCADO

Até há bem pouco tempo, todo o concentrado produzido pela Mina da Panasqueira estava contratado a um único cliente. O preço indicativo do contrato era revisto em função da evolução do mercado conforme descrito no ponto anterior.

Actualmente, a empresa tem contractos com vários clientes, com preços diferentes em cada contrato. Salienta-se que para cada contrato é acordado um preço fixo (que pode ou não variar em função da cotação de mercado).

4.3. CÂMBIOS

Paralelamente aos preços / cotações e ao mercado do volfrâmio, também o câmbio entre Dólar e Euro tem importância para a empresa.

A mina da Panasqueira insere-se no contexto industrial Português, pelo que realiza a sua produção em Euros. No entanto, todas as vendas são realizadas tendo por base o dólar americano (USD).

Na figura 13 encontra-se representada uma evolução dos preços do APT desde 2004 até 2016, bem como do câmbio (Metal Bulletin e Investing Portugal).

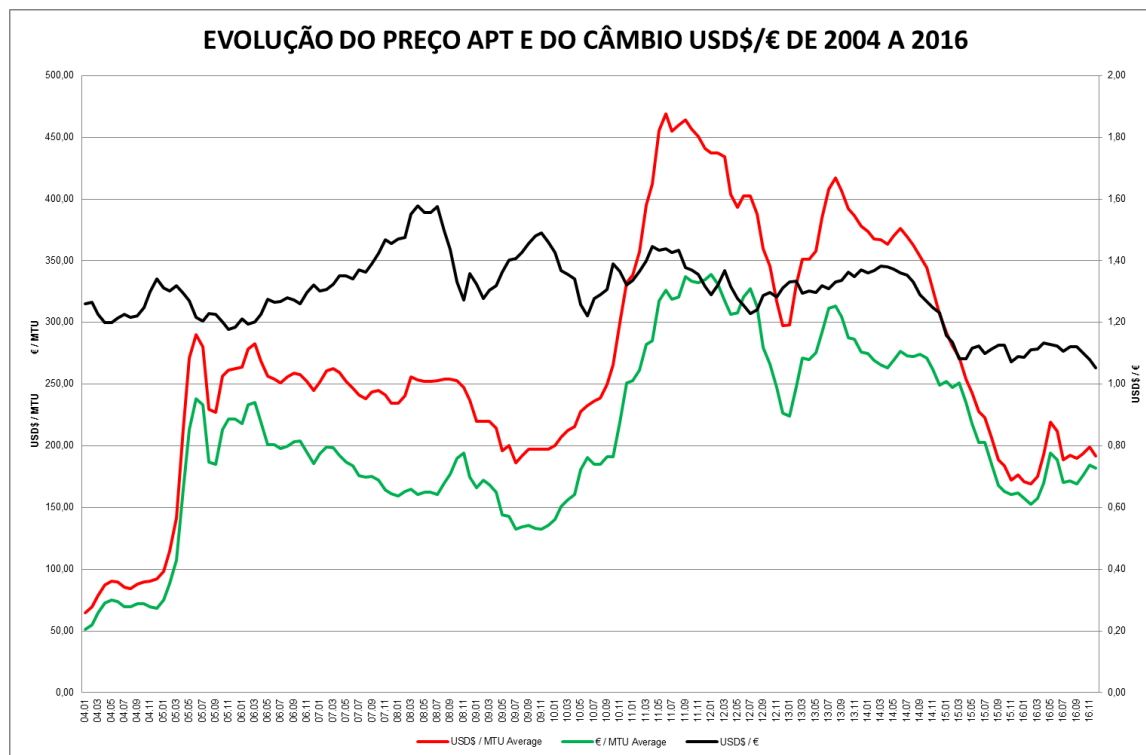


Figura 13 - Evolução do preço do APT e do câmbio de 2004 a 2016

Depois do *boom* no preço do APT na década de 50 no seguimento dos *stockpiles* estratégicos (armazenamento de grandes quantidades de concentrados) devido à guerra das Coreias e do *boom* na década de 70 por falta de capacidade de produção, nos quais o APT atingiu os 600 USD/mtu, na década de 80 iniciou-se um período de baixa prolongada de preços devido à grande quantidade de exportações chinesas de APT e concentrados. Os preços andaram com média abaixo de 100 USD/mtu até finais de 2004, tendo resultado no fecho da maior parte das minas em Portugal e na Europa.

Em finais de 2004 e como se pode ver no gráfico da figura 13, os preços voltaram a subir devido às restrições de exportação de concentrados e APT por parte das autoridades chinesas. Em 2008, verifica-se uma nova baixa dos preços na sequência da Crise Financeira Global (CFG). Em finais de 2009, depois da CFG e na sequência de dificuldades de disponibilidade de concentrados, os preços retomam nova subida acentuada com máximo de 469 USD/mtu em Junho de 2011.

Desde Junho de 2014 em diante, até finais de 2016, com mínimo de 169 USD/mtu em Fevereiro, os preços tiveram uma descida acentuada, mais uma vez colocando à prova a capacidade de sobrevivência das minas activas.

5. O POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO DA BTW

Neste ponto apresentam-se os factores inerentes à empresa que não estão sujeitos a condicionantes externas. Ou seja, são parâmetros próprios que podem ser alterados por forma a rentabilizar os ganhos, mas, essencialmente, no âmbito deste trabalho, a garantir a longevidade da mina.

Os parâmetros podem ser ou não alterados. A geologia e mineralogia da mina não se podem alterar, mas existem estratégias para rentabilizar a sua exploração. Os parâmetros técnicos, humanos e administrativos são passíveis de ser alterados.

Desta forma pretende-se compreender quais os factores que contribuem para a capacidade de resiliência e longevidade da mina.

5.1. A IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DO VOLFRÂMIO

A mina da Panasqueira é uma mina mundialmente reconhecida como uma mina de volfrâmio. O valor estratégico do volfrâmio foi reconhecido em 2008 na “Iniciativa Matérias-Primas”, da União Europeia (UE), tendo sido considerado um mineral crítico, ou seja, fundamental para indústrias que vão marcar a economia do futuro. Todos os relatórios subsequentes à referida Iniciativa Matérias-Primas, continuam a considerar o volfrâmio como matéria-prima crítica entre 20 materiais não energéticos e não alimentares, entre os 54 candidatos iniciais (REPORT ON CRITICAL RAW MATERIALS FOR THE EU, Maio 2014). O volfrâmio faz parte das 20 matérias-primas que são consideradas essenciais, porque os riscos de escassez do aprovisionamento e a sua repercussão na economia são maiores do que os das outras matérias-primas (COM(2014) 297 final, de 26 de Maio de 2014).

Segundo o Relatório da UE atrás referido, o volfrâmio tem como principais produtores a China e a Rússia, sendo a Rússia a principal fonte de abastecimento da UE. O Índice de Substituibilidade, ou seja, a dificuldade em substituir o material, contabilizada e ponderada para todas as suas aplicações, é de 0,7, numa escala entre 0 e 1 e sendo 1 o menos substituível. Já a Taxa de Reciclagem em fim de vida útil, que mede a proporção de metal e de produtos metálicos produzidos a partir de sucata em fim de vida útil e de outros resíduos em fim de vida útil que contenham metais, a nível mundial, é de 37%.

Segundo o relatório do *British Geological Survey* (BGS) de 2015 com a listagem do ranking de risco de disponibilidade de fornecimento de elementos químicos ou grupos de elementos de

valor económico, o volfrâmio ocupa o oitavo lugar, a seguir às terras raras, antimónio, bismuto, germânio, vanádio, gálio e estrôncio.

Quanto aos substitutos, e considerando os carbonetos de volfrâmio como principal produto final consumidor de volfrâmio, como veremos adiante, os potenciais substitutos são os carbonetos de molibdénio e titânio, cerâmicos, compósitos metálico-cerâmicos, e ferramentas de aço. Substitutos para outras aplicações são, por exemplo, ligas de aço com molibdénio em vez de volfrâmio; Iluminação baseada em filamentos de nanotubos de carbono, tecnologia de indução e diodos emissores de luz para iluminação baseada em eléctrodos ou filamentos de volfrâmio; urânio ou chumbo empobrecido para ligas de volfrâmio ou volfrâmio em aplicações que requerem alta densidade ou a capacidade de proteger a radiação; e ligas de urânio empobrecido ou aço endurecido para carbonetos de volfrâmio cimentados ou ligas de volfrâmio em projecteis de perfuração de armadura. Em algumas aplicações, a substituição pode resultar em custos superiores ou diminuição da performance do produto final (USGS, 2017).

5.1.1. Características principais do volfrâmio

O volfrâmio³ (W) é o elemento 74 da Tabela Periódica de Mendeleev. Tem o ponto de fusão mais alto de todos os metais, com aproximadamente 3.422°C. A esta temperatura, a maior parte dos outros metais de engenharia tais como o Ferro, o Alumínio, o Cobre ou o Titânio estão vaporizados.

A temperatura do ponto de ebulição é de 5.700°C e corresponde à temperatura da superfície do Sol (ITIA, 2009). Tem uma resistência à tracção de 1510 MPa, o que o torna o metal natural com maior resistência.

As principais características do volfrâmio estão indicadas na figura 14.

³ O elemento químico W (de *wolfram*) designa-se por Volfrâmio ou Tungsténio. Uma vez que o símbolo químico tem dois nomes diferentes, em 1949 solicitou-se a alteração do nome científico de Tungsténio para Volfrâmio (*wolfram*) à Comissão de Nomenclatura de Química Inorgânica da IUPAC, mas tal alteração não chegou a acontecer. Assim sendo, o elemento químico W denomina-se por Tungsténio (Lassner & Schubert, 2005).



Figura 14 - Características do volfrâmio (segundo Largo Resources)

O volfrâmio é considerado não perigoso quer para o ambiente quer para a saúde humana. Como resultado de diversos estudos de várias organizações internacionais, o volfrâmio foi considerado como tendo baixo potencial para causar malefícios a animais e pessoas, em concentrações ambientalmente relevantes. Ou seja, o volfrâmio é um metal não maligno nas concentrações que pessoas, animais e plantas possam encontrar em ambientes naturais e antrópicos. Como em todos os metais, deve ter-se atenção quando se usa ou manuseia volfrâmio ou substâncias com volfrâmio.

Os produtos ou equipamentos com volfrâmio são bastante duros e resistentes à abrasão, pelo que podem ser usados com segurança pelos consumidores uma vez que há pouca probabilidade de este se dispersar e gerar forte exposição destes ao volfrâmio (ITIA, 2009).

Em 2007 entrou em vigor na UE a legislação REACH (Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals), no seguimento da Directiva 67/548 CEE sobre Classificação, Embalagem e Rotulagem e revista no Regulamento (CE) 1272/2008.

O Regulamento (CE) n° 1907/2006 (REACH), do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Dezembro, relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos, tem por objectivo assegurar um elevado nível de protecção da saúde humana e do ambiente face aos riscos que podem resultar dos produtos químicos e simultaneamente, de promover a competitividade da indústria química da UE. Pretende disponibilizar, ao longo de toda a cadeia de produção (e ao abrigo do sistema único de registo, avaliação, autorização e restrição de

produtos químicos) informação sobre os riscos gerados pelas substâncias e as formas de os combater.

No ponto 7 do Anexo V do regulamento REACH, estão descritas as isenções ao registo obrigatório em conformidade com a alínea b) do nº7 do artigo 2º, assim estão isentas de registo “as seguintes substâncias que se encontram na natureza, se não forem quimicamente modificadas: minerais, minérios, concentrados de minérios”. Para estas substâncias não é obrigatória a elaboração de fichas de dados de segurança, uma vez que, também estão isentas do cumprimento do disposto no Título II, “Guia para a elaboração das Fichas de Dados de Segurança (FDS)”.

Segundo este regulamento, para o caso da produção da mina da Panasqueira, consideram-se que os seus concentrados de minérios estão isentos de registo e de elaboração de FDS.

5.1.2. Aplicações do Volfrâmio

As aplicações do volfrâmio⁴ têm um campo bastante alargado, no entanto entre 50% e 60 % estão destinados ao fabrico de carbonetos cujas utilizações vão desde pequenas esferas das pontas de canetas até às partes de desgaste das grandes máquinas mineiras, incluindo bits de perfuração e cabeças roçadoras das tuneladoras. O campo de aplicação é detalhado na página da Associação Internacional da Indústria do Tungsténio – *International Tungsten Industry Association* (ITIA).

Ao nível de investigação e desenvolvimento estão em desenvolvimento ligas de tungsténio e selénio. Estas ligas são actualmente testadas na Áustria, tendo em vista a sua utilização no fabrico de células fotovoltaicas flexíveis (ITIA, 2014).

⁴ No infográfico *The history of Tungsten, the strongest natural metal on Earth* em <http://www.visualcapitalist.com/history-of-tungsten-worlds-strongest-metal> é possível conhecer a evolução das aplicações de volfrâmio desde a sua descoberta em 1783 até aos nossos dias.

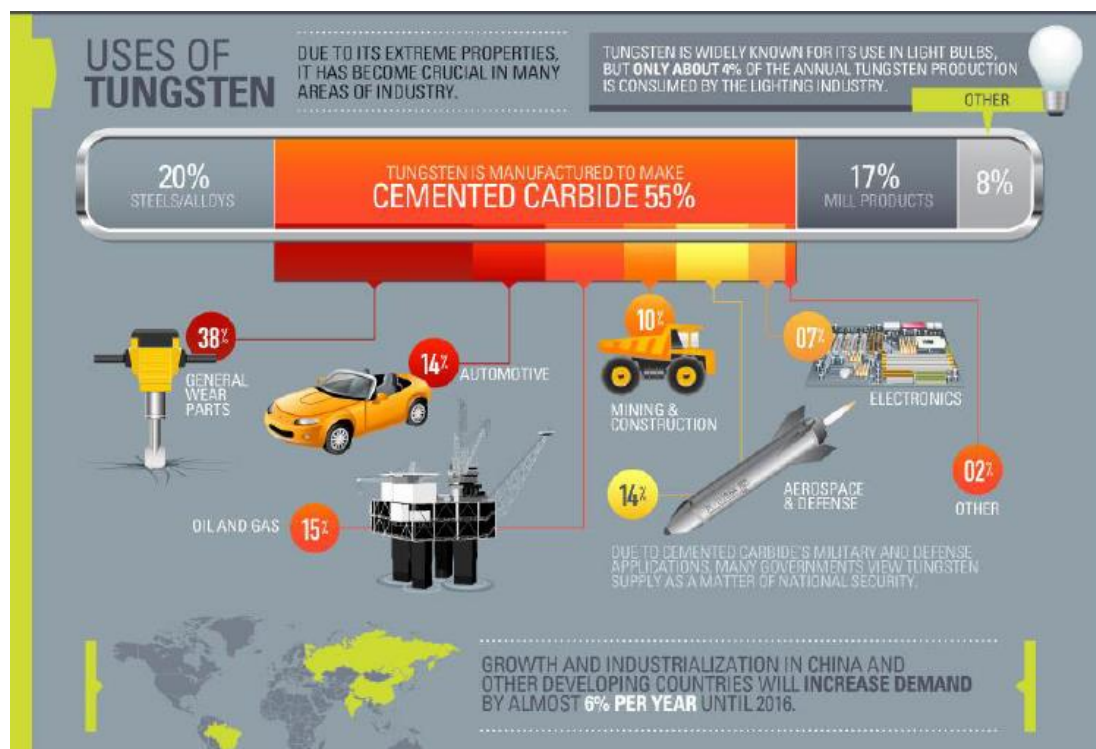


Figura 15 - Usos de volfrâmio (segundo *Largo Resources*)

Na figura 15 estão indicados os principais usos ou aplicações do volfrâmio.

5.2. MINA DA PANASQUEIRA - A (IN) ESGOTÁVEL FONTE DE RECURSOS?

Tal como antes referido, a mina existe enquanto houver recursos para explorar. O equilíbrio entre os custos de exploração e os teores do jazigo remanescente dita, em larga medida, o sucesso da continuidade da exploração de acordo com as cotações em cada momento.

O paradigma do “*stock* fixo” e da lei tradicional da oferta e da procura, têm evoluído para um novo paradigma, o do “custo de oportunidade”, com várias possibilidades de comportamento das curvas de cotação versus quantidade (Tilton, JE, 2003).

A visão conservadora do esgotamento físico abrupto de um recurso mineral, que é finito, padece de algumas lacunas que o passado recente tem demonstrado. Por um lado, particularmente típico no caso dos metais, os recursos não são destruídos quando são consumidos, o que deixa sempre em aberto a reciclagem ou fontes secundárias. Por outro lado, há a considerar a possibilidade de substituição do recurso que já é analisada há vários anos para diversos metais, incluindo o volfrâmio (USGS, 2017).

Por isso, o problema não é o esgotamento físico dos recursos minerais, mas antes o esgotamento económico, quando os custos de produção e utilização dos recursos minerais aumentam ao ponto de não ser possível utilizá-los em certas aplicações específicas. Daí o novo modelo mais adequado para avaliar a ameaça do esgotamento ser o do paradigma do custo de oportunidade.

5.2.1. Produção

Com os recursos humanos e meios técnicos disponíveis, a produção actual diária da mina é de aproximadamente 3.000 toneladas de ROM (*run-of-mine* ou minério tal-qual) com teor médio de 1,35 kg de concentrado de WO_3 por tonelada de ROM. A mina produz perto de 4 toneladas de concentrado por dia, ou seja, aproximadamente 84 toneladas de concentrado por mês de 21 dias úteis, pouco mais de 900 toneladas de concentrado por ano.

Na mina da Panasqueira assume-se o metro quadrado como a melhor unidade de controlo da produção mensal da mina, bem como dos indicadores-chave de desempenho KPI – *Key Performance Indicator* (m^2 por homem por turno, explosivos por m^2 e aço por m^2 , m^2 por pega, m^2 por homem por mês e custo por m^2). Também porque os filões têm predominância horizontal, toda a geometria da mina é bastante marcada pela componente planar e não pela volumétrica. Os desmontes podem ter centenas de metros de extensão, sempre com altura média de 2,2 metros.

As toneladas de ROM além de introduzirem os elementos relativos à altura do desmonte e à densidade do material, são medidos e reportados pela Lavaria, na parte jusante do processo produtivo.

Mas, obviamente, apesar de alguma folga ou volante de material que possa sempre existir dentro da mina ou nas torvas principais de alimentação da lavaria, o ROM está directamente relacionado com o número de pegas em frentes com filão (desmontes e inclinados) e, num período alargado, os valores de rácios são também fiáveis. Assim, além dos indicadores atrás referidos, são também elaborados e divulgados no Relatório Mensal de Gestão indicadores tendo por base as toneladas de ROM, por exemplo toneladas por homem por turno, custos parciais por tonelada, tonelada por pega de fogo, tonelada por homem por mês, custo total por tonelada.

Na figura 16 apresentam-se as produções anuais de cada concentrado, desde 1947 até 2016.

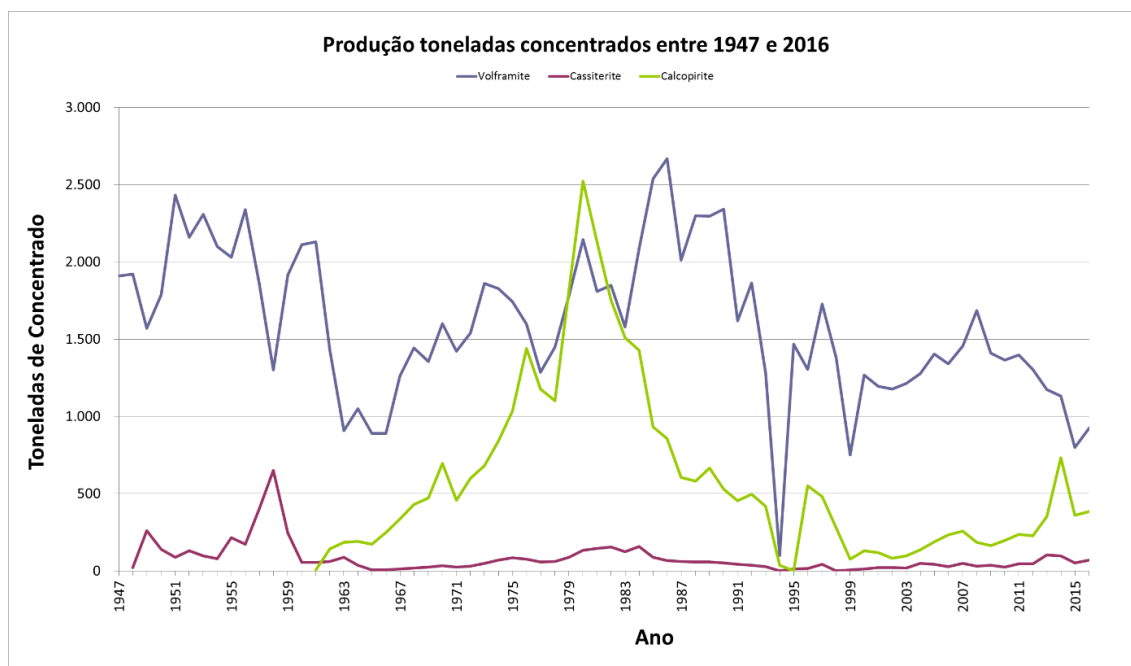


Figura 16 - Produções anuais de concentrados, de 1947 a 2016. Fonte: BTW

Minerais Úteis			ROM (Mt)	WO ₃ %
Volframite (t)	Cassiterite (t)	Calcopirite (t)		
111.000	5.500	32.000	36	0,2228

No gráfico da figura 16, é possível verificar que o concentrado de volfrâmio sempre foi o produto principal, embora também o concentrado de estanho tenha sido produzido desde início dos registos. Nota-se que entre 1955 e 1960, as tendências de produção invertem-se, ou seja, há um pico na produção de concentrado de estanho correspondente a uma baixa na produção de concentrado de volfrâmio. Este facto deve-se à baixa cotação dos concentrados de volfrâmio nesse período, posterior à guerra entre as Coreias.

A produção do concentrado de cobre só se iniciou na década de 60, sendo que até essa altura os sulfuretos seguiam em conjunto como rejeitados para a barragem de lamas.

A título indicativo, a tabela resumo do gráfico regista os totais de cada concentrado e do ROM tratado, para o referido período de 1947 a 2016. O teor médio indicado resulta da análise estatística ao material já desmontado e, infelizmente, está muito acima dos teores médios mais recentes na ordem de 0,120% WO₃.

No período em análise do gráfico, apenas se regista uma suspensão de lavra, no ano de 1994.

Desde 1986 que a Panasqueira é a única mina em Portugal a produzir volfrâmio (DGEG, 2017) pelo que é seguro relacionar os dados dos relatórios internacionais especializados com a produção desta mina.

Segundo o relatório *World Mining Data* (Reichl *et al*, 2017), Portugal ocupava em 2015 a 12^a posição no ranking de países produtores de volfrâmio, tendo caído duas posições relativamente ao ano anterior. Corresponde a uma cota aproximada a 0.5% da produção mundial, de longe dominada pela China com mais de 80% de cota.

Em 2016 a produção subiu ligeiramente, mantendo-se a produção abaixo de 1% da produção mundial (USGS, 2017). Ainda assim, Portugal, com a produção da mina da Panasqueira, posicionou-se em 9º lugar mundial segundo *site* especializado *Investing News Network* (McLeod, 2017).

Na tabela 1 e figura 17 a seguir, estão indicadas as produções mundiais de volfrâmio.

Tabela 1 - Produção Mundial de Volfrâmio em 2015 e 2016. Fonte: USGS, 2017

Produção Mundial de Volfrâmio			
	2015	2016	
Áustria	861	860	1,0%
Bolívia	1.460	1.400	1,6%
China	73.000	71.000	82,2%
Portugal	474	570	0,7%
Rússia	2.600	2.600	3,0%
Ruanda	850	770	0,9%
Espanha	835	800	0,9%
Reino Unido	150	700	0,8%
Vietname	5.600	6.000	6,9%
Outros países	1.910	1.700	2,0%
Total	87.740	86.400	100%

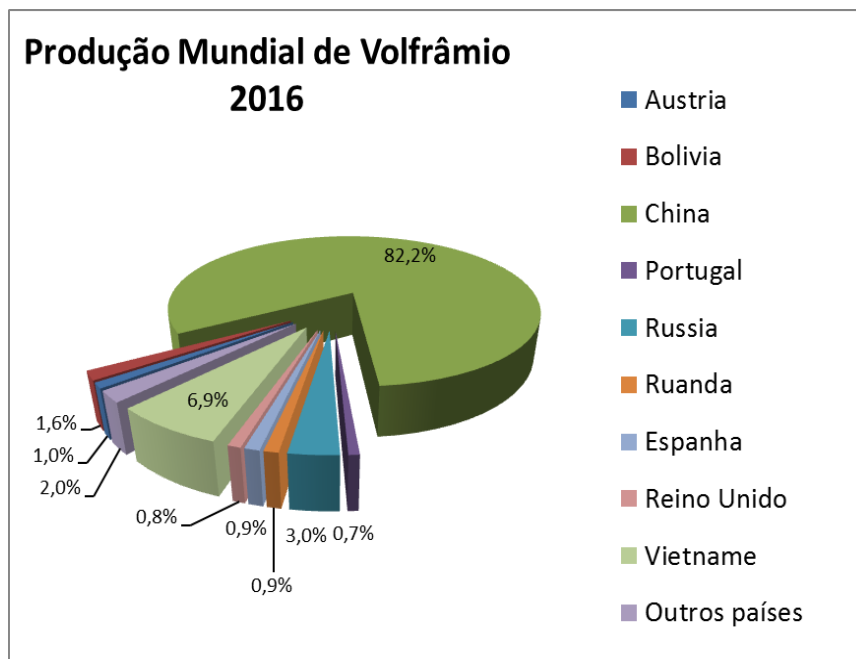


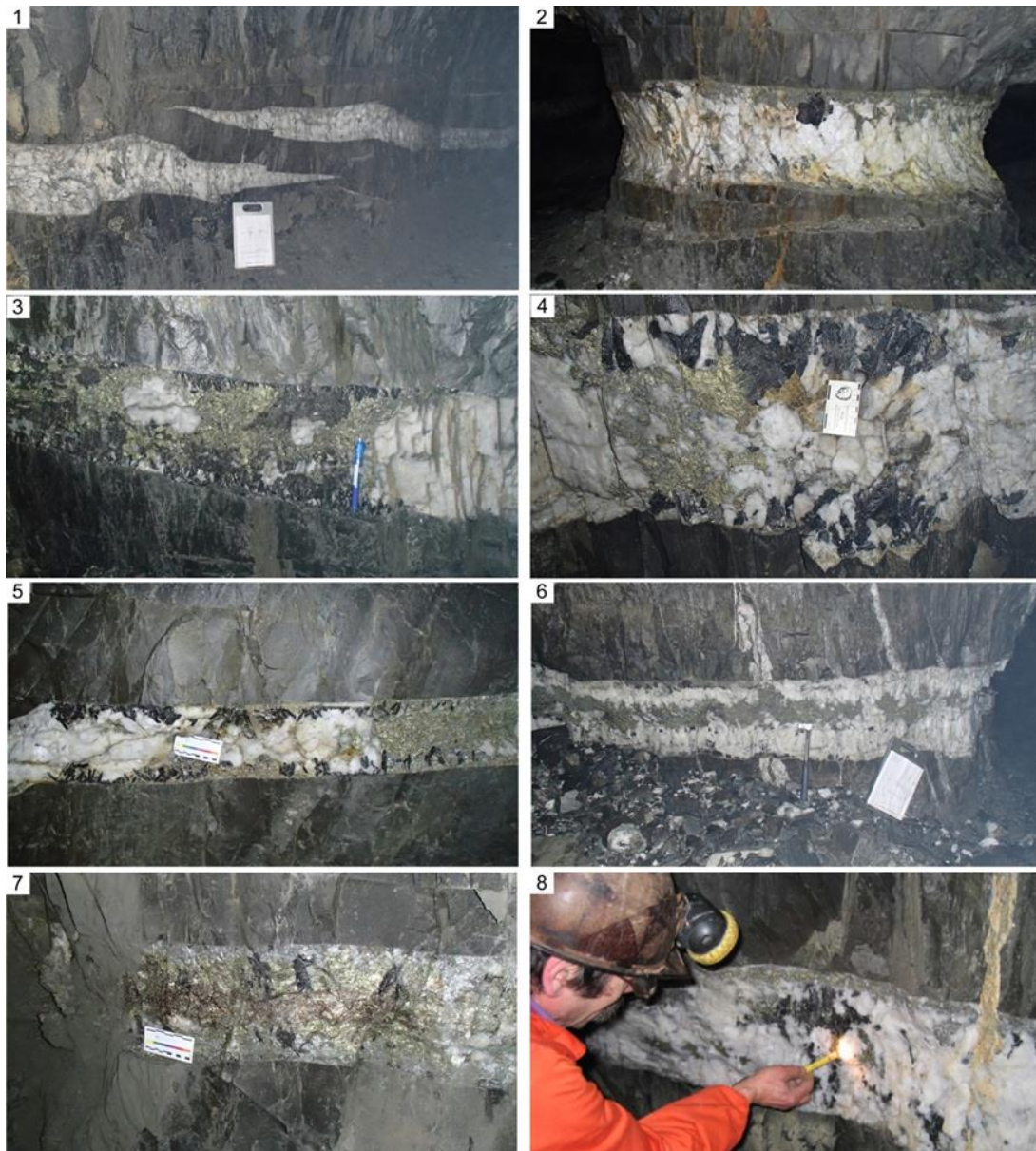
Figura 17 - Produção Mundial de Volfrâmio em 2016. Valores em toneladas de conteúdo metálico (W content). Fonte: USGS, 2017

5.2.2. Reservas

O Departamento de Geologia da BTW procede à reconciliação de recursos numa base semestral. Os resultados reportados anualmente à DGEG tiveram até ao momento como referência a reconciliação de Janeiro em cada ano, para teores de corte superiores a 10 Kg/m².

Os trabalhos de sondagem e reconhecimento são realizados de forma contínua. A definição dos Recursos Inferidos e Indicados tem por base as intersecções de filões por sondagens, sendo a estimativa dos teores realizada através da fórmula da D9.

Os teores em Kg/m² e em %WO₃ de todas as áreas desmontadas, quer por inclinados quer por frentes de desmonte, é controlada através da fórmula das Pintas. Esta fórmula tem por base medições diárias das áreas dos cristais de volframite nos filões expostos, contribuindo para a definição dos Recursos Medidos (ver figura 18).



*Figura 18 - Exemplos de "pintas" no filão e técnico de geologia na medição
(Imagens: Arquivo BTW)*

Todos os valores de recursos e reservas estimados e declarados têm já em conta a diluição na tonelagem de material tal-qual e a recuperação de 84% associada ao método de desmonte através de câmaras e pilares.

Em Outubro de 2016 foram também definidas Reservas Provadas e Prováveis (Almonty, 2016).

Um resumo destas reservas é apresentado na tabela 2.

Tabela 2- Reservas da Mina da Panasqueira em 30 de Setembro de 2016. Fonte: Almonty, 2016

	Reservas Provadas		Reservas Prováveis		Total Reservas	
	Toneladas	WO ₃	Toneladas	WO ₃	Toneladas	WO ₃
Nível	Kt	%	Kt	%	Kt	%
0	25	0,19	26	0,17	51	0,18
1	238	0,22	468	0,18	706	0,20
2	216	0,21	251	0,19	468	0,20
3	297	0,24	431	0,19	727	0,21
Total	775	0,22	1176	0,19	1951	0,20
Cut-off=0,12% WO ₃ (Equivalente a 10kg/m ²)						

Em relação às reservas mundiais de volfrâmio, indicadas na tabela 3, a disponibilidade a médio e longo prazo, considerando as produções actuais, seriam suficientes para mais de 30 anos, tendo em conta as necessidades actuais mundiais (procura) como referência.

Tabela 3- Reservas estimadas mundiais de volfrâmio

País	Reservas (ton Wcontent)
Áustria	10.000
China	1.900.000
Portugal	2.700
Rússia	83.000
Espanha	32.000
Reino Unido	51.000
Vietnam	95.000
Outros	680.000
Total	2.853.700

A China lidera as reservas de volfrâmio, a par da liderança na produção. O Vietname, outro país asiático, ocupa a segunda posição, seguido de perto pela Rússia. Portugal ocupa o sétimo lugar. Na tabela 3 e no gráfico circular da figura 19, encontra-se informação mais detalhada sobre as reservas mundiais. Os valores indicados são em toneladas de conteúdo metálico (W content).

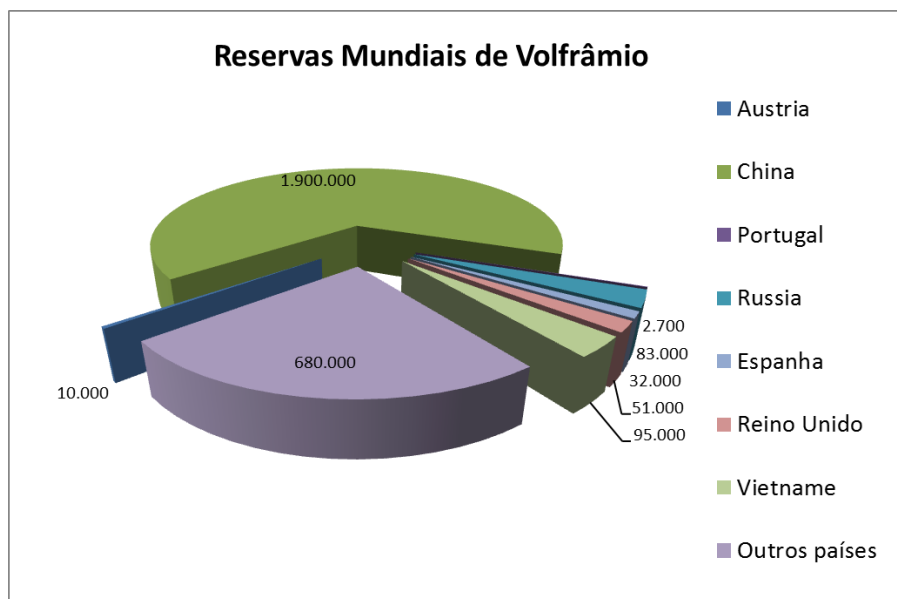


Figura 19- Reservas Mundiais de volfrâmio. Fonte: USGS, 2017

As toneladas em conteúdo metálico resultam da seguinte fórmula:

$$W_{content}(t) = mtu * \frac{7.93}{1000}$$

Onde mtu representam *metric tonne unit*, ou seja, equivale a 10 quilogramas de WO₃ e contém 7,93 quilogramas em conteúdo metálico de Volfrâmio/Tungsténio. Para tal, divide-se a massa de WO₃ por dez para se obter o valor de mtu.

Por sua vez a massa de WO₃ resulta do produto da massa do concentrado pelo teor.

$$WO_3 \text{ (kg)} = \text{Concentrado } WO_3 * \text{teor}$$

5.3. CONTROLO DE CUSTOS

No âmbito de qualquer projecto mineiro, o objectivo da empresa concessionária é a Rentabilidade do capital. No entanto, prosseguem também outros objectivos de dimensão económica, tais como a Sobrevivência, o Desenvolvimento e a Permanência como centro independente de decisão (ITGE, 1991).

A importância da dimensão económica atribui ao controlo de custos desafios acrescidos. Um dos principais objectivos deste trabalho é, como se disse, compreender de que forma a empresa adopta medidas para ultrapassar condições internas mas, essencialmente, condições externas que condicionam a rentabilidade.

Assim sendo, com este ponto pretende-se explicar quais as ferramentas que ajudam a gestão na tomada de decisão e de que forma estão organizadas. Para além disso, indicam-se quais os custos gerais e particulares da mina nos últimos anos.

Em seguida, indicam-se os recursos humanos com particular destaque para os impactos sofridos em resultado de condicionantes internas. Procura-se descrever a tomada de decisão da gestão no sentido de resistir às condições adversas do abaixamento do preço do mineral.

5.3.1.Distribuição dos Custos

Em qualquer empresa mineira, as duas grandes áreas de actividades são a própria mina, quer seja a céu aberto ou subterrânea, e a lavaria de tratamento de minérios. Com menor peso relativo na estrutura (meios humanos, técnicos e custos associados), aparecem os serviços administrativos.

A BTW é classificada como uma grande empresa de acordo com a Comissão de Normalização Contabilística do Ministério das Finanças. Em virtude da sua dimensão e de acordo com as imposições legais para sociedades anónimas (SA), possui contabilidade organizada. O Decreto-Lei nº 98/2015, de 2 de Junho, e subsequente regulamento pela Portaria nº 218/2015, de 23 de Julho, republicam o Código de Contas do SNC, assimilando as Directivas Contabilísticas da União Europeia.

Além disso, a empresa tem ainda contabilidade analítica ou de gestão, ajustada à realidade da empresa, com evolução e actualização permanentes, de apoio à gestão na tomada de decisões.

A nomenclatura de números de contas é da responsabilidade da Comissão de Normalização Contabilística, no âmbito do Sistema de Normalização Contabilística (SNC).

Nesse Código de Contas, definem-se os códigos e respectiva identificação, desde Conta 1 – “Meios Financeiros Líquidos” e respectivas subcontas, até Conta 8 – “Resultados”, e respectivas subcontas, até 89 – “Dividendos antecipados”.

A Conta 90 é a chamada “Conta de Controlo” para a Contabilidade Analítica (Centros de Custo) e a partir das Subcontas 91 até à 99, as empresas sujeitas ao SNC têm liberdade de definir os seus próprios códigos internos, com as subdivisões e o número de dígitos que entendem.

De acordo com as áreas e actividades que constituem a empresa, a contabilidade analítica tem a seguinte estrutura:

	Código	Designação
Custos Operacionais	91	Desmontes (Mina)
	92	Lavaria
	93	Ambiente
	94	Serviços de Engenharia
	95	Serviços Administrativos
	96	Custos Gerais
	97	<i>Raise Borer</i> e Sondagens
	98	Diversos
Capital	99	Capital

Da conta 91 à conta 98 são considerados custos operacionais (OPEX – *Operational Expenditure*) e a conta 99 diz respeito aos custos de capital ou investimentos (CAPEX – *Capital Expenditure*).

A contabilidade efectua o lançamento diário dos custos nas várias contas, a partir das quais se obtém o resumo e efectua o acerto mensal. Com base nestes elabora-se um Relatório Interno Mensal – Relatório de Gestão, para os Directores de cada área da empresa. Neste Relatório mensal são apresentados e comparados todos os resultados alcançados com o orçamento do período, previamente elaborado e normalmente um orçamento anual.

No Relatório de Gestão são apresentadas, entre outras, as seguintes informações:

- Balanço do exercício
- Resultados do exercício
- *Cash Flow*
- OPEX e CAPEX, gerais e por áreas
- *Stock* e valorização de concentrados
- Produção da Mina e da Lavaria
- Eficiências da Mina e da Lavaria (KPI's)
- Custos (Desmontes, Mina Geral, Lavaria, Ambiente, Administrativos, Gerais e Mão de Obra)
- Mão-de-obra
- Estatística de Acidentes
- Diversos gráficos de produção e vendas

Os custos operacionais totais dividem-se em:

- Mina total
- Lavaria total
- Energia
- Custos administrativos
- Bónus e Prémios
- Outros custos

Os custos operacionais atribuídos à Mina subdividem-se nas seguintes rubricas:

- Mão-de-obra
- Combustíveis
- Explosivos
- Manutenção e Lubrificantes
- Perfuração
- Diversos

Em seguida, apresenta-se a distribuição dos custos da empresa nos anos mais recentes, entre 2012 e 2016. A distribuição dos custos totais operacionais por área é apresentada na tabela 4.

Tabela 4- Custos, em percentagem, por área principal de custos da empresa

	2012	2013	2014	2015	2016	Média
Mina Total	53,8%	57,9%	56,1%	54,9%	58,3%	56,2%
Lavaria Total	19,6%	17,8%	18,7%	18,2%	18,6%	18,6%
Energia	8,4%	9,3%	9,3%	8,8%	9,6%	9,1%
Administrativos	7,0%	6,3%	6,5%	7,4%	7,6%	7,0%
Bónus e Prémios	2,0%	1,0%	0,7%	0,4%	0,4%	0,9%
Outros	9,1%	7,7%	8,6%	10,3%	5,5%	8,3%
Total Operacional	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Constata-se que a mina ocupa, em todos os anos indicados, mais de metade dos custos totais da empresa, com uma média de 56,2%. O gráfico da figura 20 ilustra a informação referida.

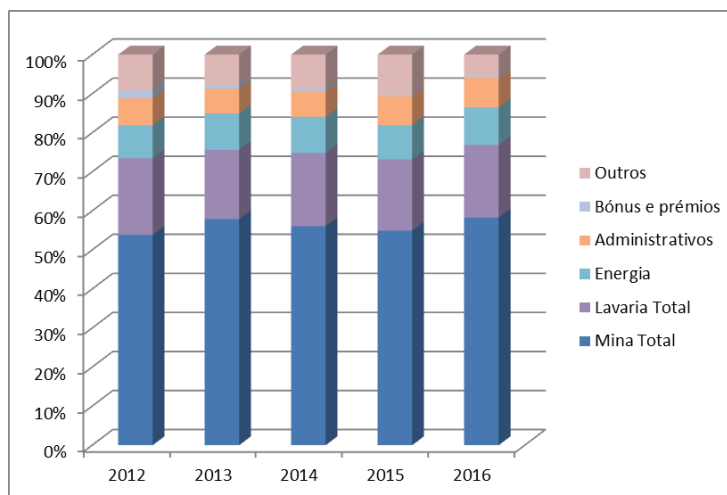


Figura 20- Gráfico com distribuição de custos da empresa

Em seguida, procura-se compreender de que forma se distribuem os gastos na mina. Os dados são relativos aos mesmos anos e apresentam-se na tabela 5.

Tabela 5- Subdivisão dos custos inerentes à mina entre os anos 2012 e 2016

	2012	2013	2014	2015	2016	Média
Mina Pessoal	45,4%	43,6%	45,5%	49,8%	42,1%	45,3%
Combustíveis	6,9%	6,3%	6,0%	5,5%	6,3%	6,2%
Explosivos	13,1%	17,0%	16,6%	15,1%	20,8%	16,5%
Manutenção e Lubrificação	17,1%	17,3%	13,5%	11,9%	18,5%	15,7%
Perfuração	2,5%	2,2%	2,5%	2,1%	2,2%	2,3%
Diversos	15,0%	13,7%	15,9%	15,7%	10,2%	14,1%
Total Operacional	100%	100%	100%	100%	100%	100%

O principal custo da mina refere-se aos recursos humanos com uma média de 45,3% dos custos nos anos mais recentes, entre 2012 e 2016. Depois dos recursos humanos, o maior custo seguinte são os explosivos com 16,5%, seguido de perto pelos custos com a Manutenção e Óleos com um peso de 15,7% do total da mina. O gráfico da figura 21 ilustra a informação apresentada.

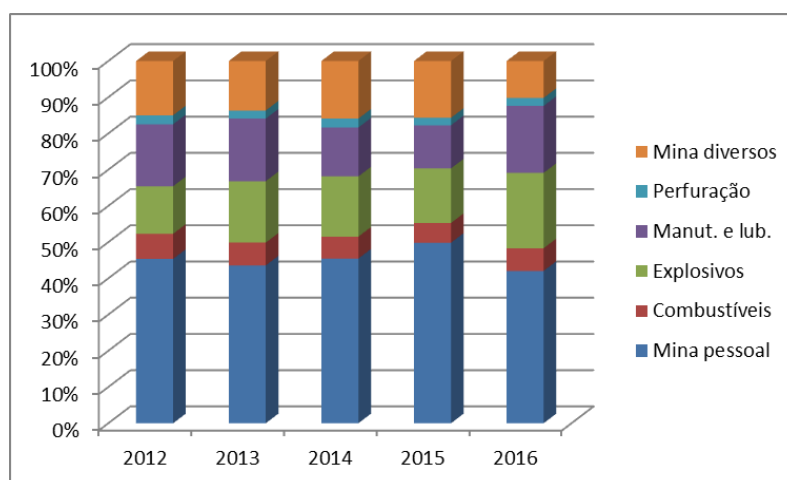


Figura 21- Gráfico com distribuição de custos da mina

Apesar da mecanização total da operação na mina, a mão-de-obra continua a ser o principal custo de operação. De qualquer maneira, e por agora, ainda não é possível substituir todo o pessoal da operação por equipamentos autónomos tal como noutras minas ultramodernas, que praticamente operam a partir da superfície por controlo remoto. As tecnologias existem e estão a ser implementadas com sucesso, mas em minas planeadas de raiz ou facilmente adaptáveis, o que não é o caso da Panasqueira.

Esta distribuição de custo revela os elevados custos de manutenção dos equipamentos. Verifica-se que a modernização efectuada com equipamentos cada vez mais avançados, com maiores capacidades, menos poluentes, mais rápidos e eficientes, trouxe também maiores custos, seja com a manutenção preventiva, seja manutenção correctiva, com o conserto de avarias ou grandes reparações. Estas incidem, em particular, nos principais equipamentos da mina: jumbos de perfuração, pás carregadoras e locomotivas da extracção.

5.3.2. Recursos Humanos

Os recursos humanos são parte fundamental do funcionamento da empresa. Em consequência, os recursos humanos representam a maior fatia em termos de custos. Por essa razão, mas também porque o número de trabalhadores é proporcional à produção, são um elemento fundamental no controlo de custos.

Na tabela 6 apresenta-se a evolução do número de trabalhadores nos anos mais recentes. No recente ano de 2014, o segundo semestre trouxe a descida acentuada dos preços de venda do concentrado, com efeitos nos anos seguintes. Em consequência, o ano 2015 constituiu uma alteração significativa no número total de pessoal ao serviço.

Tabela 6- Quadro de pessoal de 2012 a 2016

	2012	2013	2014	2015	2016
Mina Operação	142,5	148,5	154,5	101	125
Mina Desenvolvimento	35	28	20	0	0
Mina Manutenção	50,5	48,5	50,5	35	37
Serviços Técnicos	16	17	21	12	12
Lavaria Operação	42,5	39,5	37,5	25	31
Lavaria Manutenção	30,5	27,5	26,5	30	30
Administrativos	31	27	26	25	25
Ambiente	3	4	4	4	4
Administração	5	5	6	3	3
Acidentes e Baixas	15	15	7	9	8
Total	371	360	353	244	275

Com a queda das cotações dos metais, incluindo do valor do volfrâmio e seus concentrados, a empresa adoptou medidas ao nível da produção com o objectivo de minimizar os custos operacionais. A diminuição da produção resultou, consequentemente, na redução do número de recursos humanos, afectando mais de 100 colaboradores, representando uma redução de cerca de 30% entre o final de 2014 e 2015.

Nesta situação, convém assinalar que foi dispensado o pessoal passível de dispensar, principalmente trabalhadores já reformados e trabalhadores contratados a prazo.

O impacto nos recursos humanos, a partir do primeiro trimestre de 2015, por opção de gestão, constitui uma tentativa de sobrevivência da empresa para evitar outras medidas mais drásticas.

Outra medida adoptada em relação à produção, com consequências para os recursos humanos, consistiu na paragem para férias de verão. As habituais três semanas foram alargadas para cinco semanas. A redução da produção incluiu mesmo a paragem de equipamentos e equipas de trabalho, no local de trabalho.

Com este cenário de paragem alargada, a empresa promoveu horas de formação do pessoal do quadro.

Com esta redução de produção foi possível inverter a tendência de descida do teor médio desmontado, tendo-se registado mesmo um pequeno aumento em função da selectividade dos desmontes.

6. PANASQUEIRA: PROJECTO MINEIRO ATÍPICO

O nascimento e laboração de uma mina são ditados por um conjunto de factores interligados que podem ser divididos por categorias. Factores geológicos – o que está no solo; factores técnicos – como se pode recuperar; factores sociais e ambientais – custos e benefícios para a sociedade e impactos ambientais; e, factores económicos – quanto custa.

O projecto mineiro típico demora em média mais de 10 anos desde a descoberta até que se inicia a produção. Além de um bom depósito, um ambiente económico adequado é necessário para despoletar o arranque de um projecto mineiro, que transformará esse depósito em jazigo mineiro, cuja exploração será economicamente viável.

As etapas típicas de um projecto mineiro são as seguintes:

- Prospeção & Pesquisa
- *Design* e Construção (Infra-estrutura)
- Produção (Extracção e Tratamento)
- Fecho

A mina da Panasqueira constitui um projecto mineiro atípico, principalmente pela sua invulgar continuidade e longevidade de actividade que já ultrapassou os 130 anos de história. Foram muito poucos e de pouca duração os períodos de suspensão da lavra, normalmente ditados por condicionantes de mercado.

1918	Paragem da Produção após I Guerra Mundial, devido à falta de procura do volfrâmio.
Julho 1944	Em Decreto-Lei, o Estado português obriga ao encerramento de todas as minas de volfrâmio
1993 a Jan 1995	Encerramento da Mina devido a baixa cotação do volfrâmio desde 1983. Em 1990 a Charter Consolidated Plc vende à Minorco SA que encerra a mina. A reabertura ocorre com a Avocet.

Para a longevidade da exploração muito contribui a dimensão do jazigo, mas também o seu bom aproveitamento e a busca constante de novas áreas, as constantes evoluções em cada área da empresa e em particular nos trabalhos subterrâneos, a capacidade de adaptação e evolução de métodos e técnicas mineiras, a resiliência em resposta a circunstâncias externas adversas, o respeito pela infra-estrutura geral da mina, o controlo de custos de produção e a busca permanente da redução dos mesmos, entre outros factores.

6.1. PROSPECÇÃO & PESQUISA NA PANASQUEIRA

Neste ponto, dá-se conta das actividades relacionadas com a prospecção do minério. No sentido de enquadrar e de melhor compreensão das acções actuais, inicia-se este ponto com uma abordagem histórica das actividades de prospecção e pesquisa.

6.1.1. Actividades de prospecção ao longo do tempo

O jazigo das Minas da Panasqueira é um jazigo aflorante. Tal facto levou à sua descoberta accidental por um carvoeiro, de seu nome Pescão de Casegas (figura 22). O facto de ter encontrado uma pedra negra e lúzia terá desencadeado o arranque primordial e artesanal da mina (Leal, 1945).



Figura 22 - Fotografia do Pescão de Casegas
Fonte: Arquivo da BTW

Da descoberta inicial até às primeiras explorações artesanais decorreram alguns anos, principalmente devido à reduzida aplicação, à data, do minério encontrado.

De qualquer maneira, tal como seguir a ponta do novelo de fio, na fase mais inicial, a prospecção e pesquisa resumia-se ao seguimento dos vários filões aflorantes.

Actualmente são visíveis ainda as escavações superficiais com maiores ou menores incursões subterrâneas que se podem observar por todo o couto mineiro (figura 23).



Figura 23- Evidências de escavações do passado na zona da Panasqueira (Fotografia: Autor)

A primeira sondagem de que há registo na empresa data de 4 de Abril de 1946, realizada na Galeria Geral (L0 D1).

Ao longo da história da mina foram realizados 155.638,5 metros de sondagens, intersectando aproximadamente 25.000 filões com possança superior a 1 centímetro, e aproximadamente 4.500 filões com possança superior a 18 centímetros.

6.1.2. Prospeção moderna

Tal como acontece na maior parte das minas, a prospeção e pesquisa, sendo uma fase inicial do projecto mineiro, acompanha grande parte da vida da mina. Assim, todos os anos é realizado um plano de sondagens local que visa reconhecer novas áreas e/ou prolongamento das áreas em produção.

Pontualmente realiza-se um plano de prospeção e pesquisa regional que, eventualmente saindo da área do couto mineiro, obriga a contrato específico com o Estado assim como ao cumprimento de um conjunto de regras e compromissos das partes. Além das sondagens, a pesquisa pode ser realizada por outros métodos de prospeção e pesquisa.

6.2. DESIGN & CONSTRUÇÃO

Após o conhecimento do jazigo, torna-se necessário definir o *layout* e proceder à construção de galerias e estruturas necessárias à exploração do minério. Neste ponto, indicam-se os principais métodos de desmonte utilizados na mina ao longo do tempo, assim como uma breve explanação de cada um deles. Aborda-se com maior detalhe o actual método de câmaras e pilares.

6.2.1. Evolução dos Métodos de Desmonte

Com mais de 100 anos de exploração, a mina evidencia algumas alterações nas preparações de base, traduzidas em infra-estruturas gerais distintas em função dos métodos e técnicas de desmonte em cada época.

Assim, os trabalhos mineiros mais antigos caracterizam-se por preparações com desenho mais desordenado, reflectindo pouco ou nenhum planeamento, basicamente seguindo os desmontes em frentes corridas (*longwall*), paralelas ou irregulares, correspondendo à pouca mecanização com apenas os martelos pneumáticos utilizados na perfuração (até aos anos 50 e 60).

Um artigo com o título “Mina da Panasqueira – 100 anos de história mineira”, publicado no Boletim de Minas nº 36 (1) Jan/Mar 1999, da autoria de A. Correa de Sá, R.A. Naique e Edmundo Nobre, por exemplo, retrata de forma pormenorizada sucessivas modificações do método de desmonte levado a cabo na mina, desde os desmontes de passagens (figura 24), por frentes corridas, *Longwall*, passando pelos desmontes integrais com suporte do tecto com pilhas de madeira, até ao actual método de exploração de câmaras e pilares abandonados, que adiante desenvolveremos.

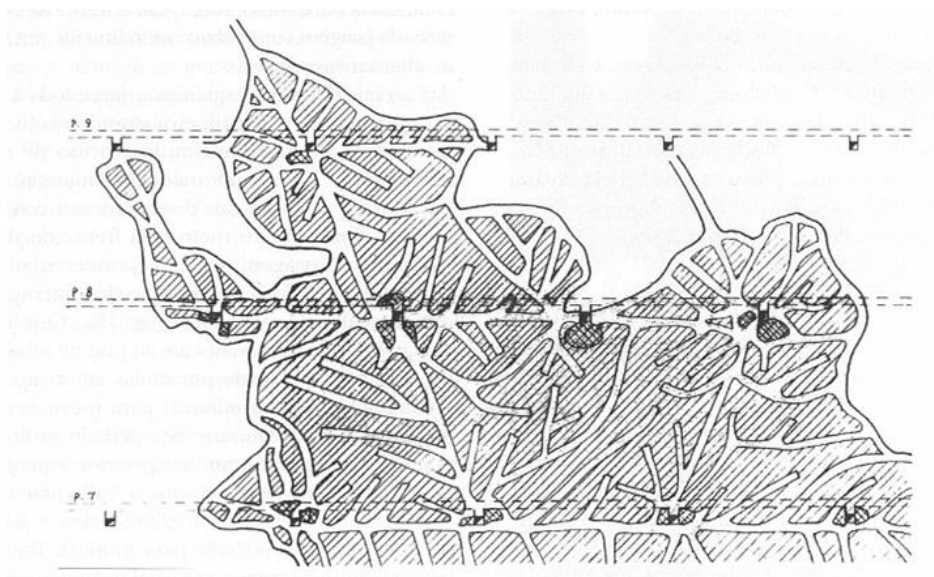
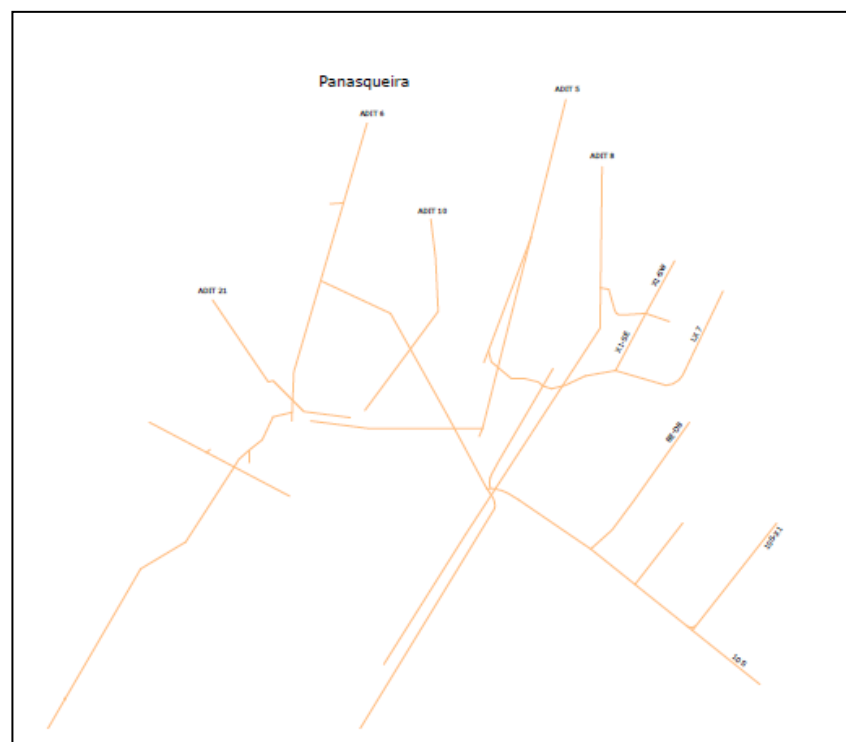


Figura 24 - Desmonte de Passagens. Fonte: Sá *et al*, 1999



As denominadas Galerias 5 e 6 da mina antiga começaram a ser abertas no longínquo ano de 1912 (figuras 25 e 26).

A Galeria Geral (D1) começou a ser aberta no lugar da Barroca Grande em 1939, tendo marcado o início da chamada mina moderna. Esta consiste numa malha ortogonal de painéis e *drives*.

As galerias foram evoluindo, havendo necessidade de criar outros níveis. Após o Nível 0, surge o Nível 1, o Nível 2 e o Nível 3.

O Nível 2 foi alterado da cota 530 metros para a actual cota 560 metros, no seguimento da alteração do sistema de extracção, abandonando-se os poços inclinados com os *skips* desde o Nível 530 e Nível 1 para o Nível 0 - Galeria Geral (D1), e com a entrada em funcionamento do poço inclinado de Santa Bárbara e a correia transportadora desde o Nível 530 para a superfície (cota 730 metros).

O Nível 3 foi aberto por rampa e, distintamente dos anteriores, a 90 metros do Nível 2, uma vez que, com a introdução da Raise Borer, a limitação imposta de 60 metros entre pisos para abertura de chaminés, era ultrapassada.

A introdução da Raise Borer da Robbins foi, sem dúvida, marcante na vida da mina por permitir realizar em segurança as necessárias chaminés para escoamento de minério, e outras, com profundidades superiores aos 60 metros impostos pela abertura de chaminés a fogo.

O termo *drives* não é alheio ao facto de a mina da Panasqueira ter tido administrações de origem inglesa, sendo este facto também relacionado com o nome genérico da empresa como Beralt Tin and Wolfram (BTW) a que se juntam outras designações relacionadas com os nomes das companhias detentoras da concessão.

Os desmontes em frentes corridas passaram a ter frentes convergentes com a introdução dos *scrappers* ou arrastadeiras puxadas por cabos de aço, com motores eléctricos (anos 60 e 70), ver fotografia da figura 27.



Figura 27- Scrapper com guincho, cabos e colher de arrastamento. Fotografia: Arquivo da BTW

Já nos finais dos anos 70, devido à dificuldade no recrutamento de mão-de-obra, foi promovida a mecanização integral de muitas das operações unitárias do desmonte e a introdução do método de câmaras e pilares, inicialmente com pilhas de pedra de escombros, com ensaio de pilhas de betão, depois com pilhas de madeira.

Mais tarde, com a dificuldade em adquirir a madeira e devido aos custos com a mão-de-obra, também com a evolução das pás carregadoras de alimentação a ar comprimido para eléctricas e por fim para motores *diesel*, resultou no actual método de câmaras e pilares com não recuperação de 16% do filão que fica nos pilares finais de 3x3 metros (figura 28).

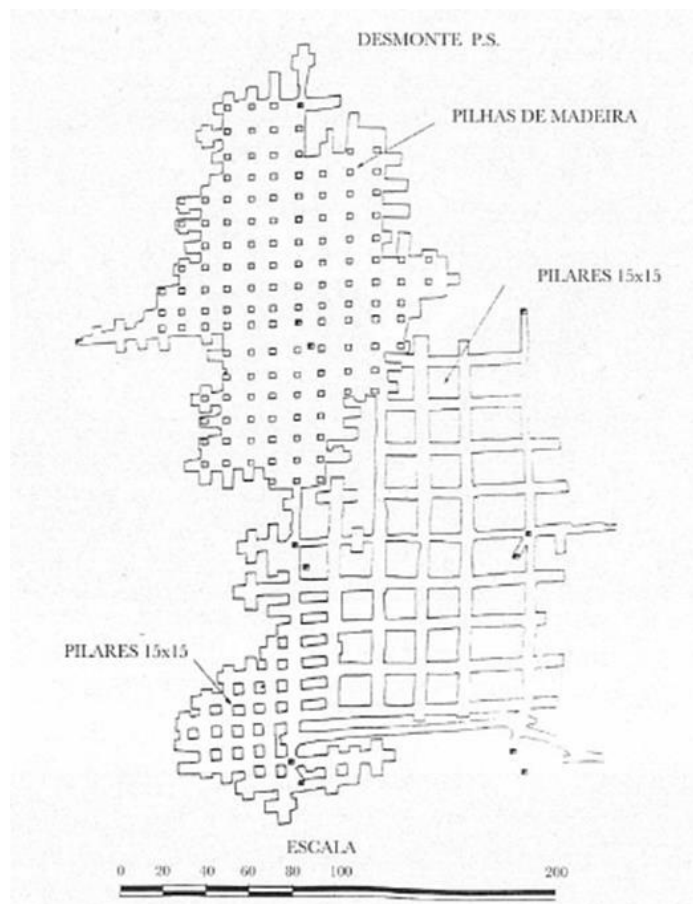


Figura 28 - Desmonte por Câmaras e Pilares ainda com recuperação total dos filões e pilares de madeira - desenho retirado do artigo "Mina da Panasqueira - 100 anos de história mineira", publicado no Boletim de Minas nº 36 (1) Jan/Mar 1999

6.2.2. Actual estrutura da mina

A estrutura de base da mina é constituída por uma malha ortogonal de galerias em painéis (galerias orientadas Norte-Sul) e *drives* (galerias orientadas Poente-Nascente) que se mantém desde o início dos anos 40 do século XX. O Norte da infra-estrutura geral de base está orientado 30° em relação ao Norte geográfico.

A ligação subterrânea da Panasqueira à Galeria Geral definiu esta última como o Nível 0 da mina, à cota 680 metros, com entrada na Barroca Grande. As cotas dos vários níveis aqui definidos correspondem a altitudes em relação ao nível médio do mar.

O Nível 1 com entrada na Fonte do Masso está à cota 620 metros e o Nível L530 (antigo Nível 2) com entrada na zona da Salgueira à cota 530 metros. O Nível 2 está definido à cota 560 metros e o Nível 3 encontra-se à cota 470 metros, ambos sem ligação ou entrada ao mesmo nível da superfície.

A infra-estrutura geral de base da mina moderna é a que se apresenta na figura 29, com os vários níveis sobrepostos em planta.

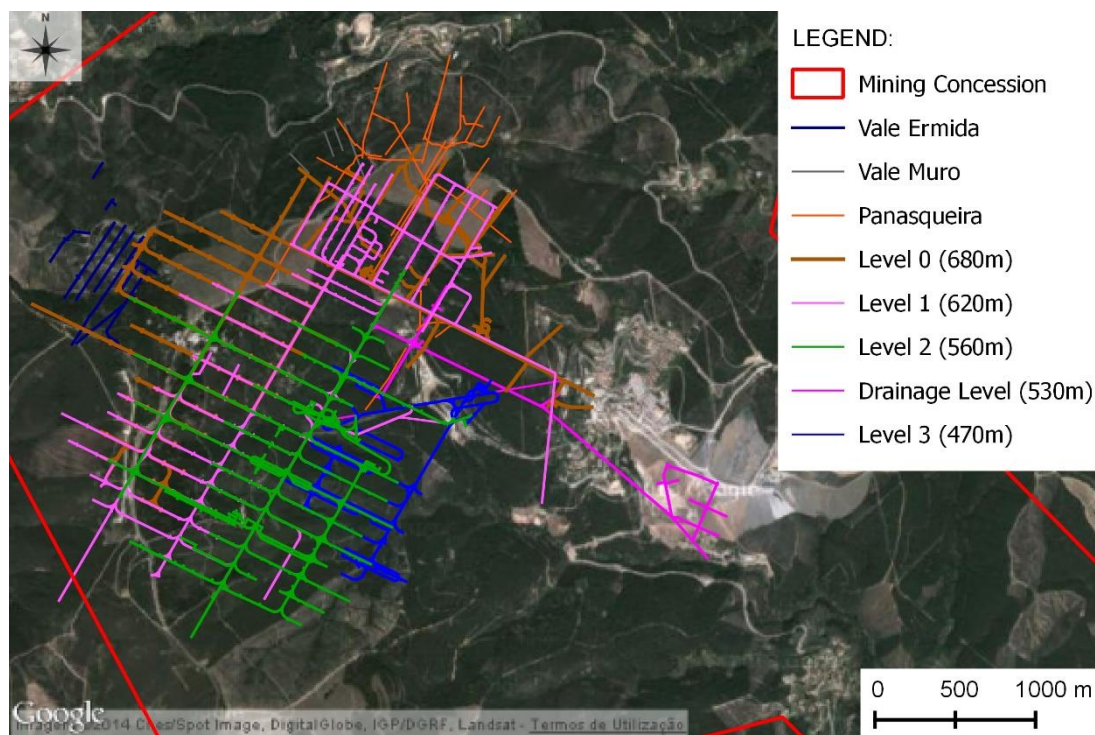


Figura 29 - Infra-estrutura geral de base da mina moderna, sobre imagem aérea, com as galerias Painéis (N-S) e Drives (W-E). Imagem: Arquivo BTW

As galerias Norte-Sul são designadas por Painéis (P) e as galerias Nascente-Poente são designadas por *Drives* ou *Drifts* (D). Os Painéis estão distanciados de 50 metros entre si, embora sejam relativamente poucos os Painéis aos quais correspondem galerias abertas; a maior parte dos Painéis são teóricos ou virtuais. No Nível 3, os painéis distam entre si de 80 metros.

As Drives estão abertas a cada 100 metros a partir da galeria de um Paineis, com nomenclatura crescente de Norte para Sul em números ímpares (D1, D3, D5...Dn), e obviamente com sobreposição entre os vários níveis.

Os pisos principais de trabalho (níveis principais) não foram inicialmente planeados em desníveis regulares, porque as cotas foram determinadas pelos locais da superfície que permitiram a partir deles a abertura de galerias de base destinadas a atingir a zona central do jazigo com mínimo de desenvolvimento. Por esta razão, as bocas de todas as galerias principais dos diferentes pisos se encontram necessariamente localizadas nos profundos vales encaixados na região.

A mina em flanco de encosta e com o escoamento do minério em *descensum*, trouxe vantagens na resolução dos problemas de esgoto de águas, ventilação e circulação do pessoal.

Entre níveis, na intersecção entre os Painéis e as Drives é definida a localização das chaminés ou torvas, principalmente para escoamento de minério para o nível inferior mas também para promover a ventilação ou drenagem de águas.

Para a execução das chaminés, principalmente de maior profundidade, muito contribuiu a introdução de um equipamento específico para esse efeito – Raise Borer.

A Raise Borer da marca Robbins e modelo 61 R da BTW conta já com mais de 40 anos de serviço e continua a ser um equipamento indispensável no desenvolvimento da mina, particularmente no desenvolvimento vertical – abertura de chaminés de minério, chaminés de ventilação, furos para drenagem.

Desde meados dos anos 60 que o método de *raiseboring* se tornou na forma mais segura e produtiva de abertura de chaminés para a maior parte das aplicações mineiras.

A Robbins 61 R (figura 30) chegou à Panasqueira em 1976, sendo o primeiro equipamento do género na Península Ibérica e tendo revolucionado as preparações à época. A abertura das chaminés a fogo, do piso inferior para o piso superior, constituía a actividade mais perigosa e onde se registavam maior número de acidentes, não raras vezes fatais. Além da morosidade na construção dos andaimes à medida que a chaminé ia avançando, andaimes esses que ou eram desmontados para reaproveitamento ou eram destruídos pelo rebentamento, o retomar dos trabalhos para nova perfuração revestia-se de especial perigosidade. O saneamento da frente, que no caso particular era o próprio tecto, era feito com confiança que nenhuma pedra ou bloco estivesse em risco de desprendimento.

A Raise Borer é um equipamento pesado, de grandes dimensões, que requer outros meios pesados para a sua mobilização. Habitualmente, o transporte, com o equipamento recolhido, é feito com recurso a uma pá carregadora LHD, dentro do balde da máquina ou no patim da base da Raise Borer. É possível e muitas vezes utilizado o patim para arrastar o equipamento em determinadas zonas mais estreitas ou para colocação do equipamento no local da chaminé.

O equipamento começa por fazer um primeiro furo piloto com bit tri-cónico de 11 polegadas (aproximadamente 28 cm). É necessário acesso à futura base da chaminé, no piso inferior, de modo a poder depois trocar o bit pela cabeça alargadora, que começa o *reaming* ou alargamento de baixo para cima e apenas com rotação. No final, a chaminé fica com diâmetro de 1,8 metros.

Incluindo mobilizações, furo piloto e *reaming*, em termos médios, a Raise Borer tem capacidade para executar uma chaminé de 60 metros por mês.



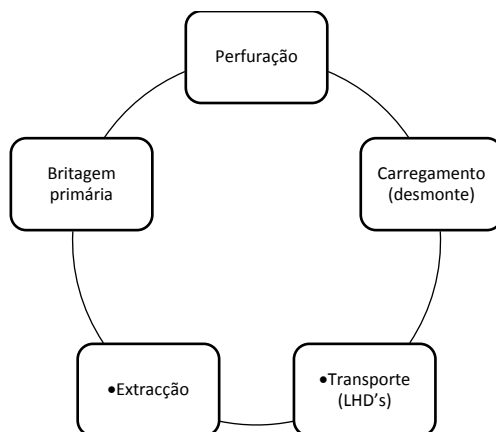
Figura 30- Raise Borer da Mina da Panasqueira na abertura de chaminés. Fotografia: Autor

6.3. EXPLORAÇÃO

O método de exploração por Câmaras e Pilares totalmente mecanizado que actualmente se utiliza na mina da Panasqueira é resultado de várias décadas de evolução.

6.3.1. Ciclo de Actividades da mina da Panasqueira

O ciclo de actividades mineiras em minas subterrâneas consiste na decomposição de actividades elementares indicadas no esquema seguinte.



Na mina da Panasqueira, actualmente a Britagem primária faz parte do ciclo, uma vez que ocorre ainda no subterrâneo. A fase de tratamento de minérios (lavaria), embora parte integrante e fundamental da mina para a produção dos concentrados, fica fora do âmbito deste trabalho.

Quando termina a última actividade, completa-se um ciclo e inicia-se outro de forma contínua. Nos pontos seguintes, descrevem-se as características gerais e particularidades do ciclo mineiro da mina da Panasqueira. Para além das actividades principais indicadas no cronograma, traçam-se as linhas gerais das actividades auxiliares tais como a ventilação, drenagem de águas e sustimento.

6.3.1.1. Perfuração

O ciclo produtivo na mina inicia-se com a actividade de perfuração levada a cabo pelos jumbos. Na mina da Panasqueira a perfuração habitual é realizada em frente vertical, sem zona livre que permita o arranque da rocha. Assim, predefinindo a geometria do diagrama de fogo e o alinhamento da perfuração cria-se a zona de caldeira.

A caldeira é um espaço criado que permite criar um bloco inicial de arranque da rocha a partir da qual se desenvolve toda a pega de fogo. Para a criação de uma frente livre é necessário utilizar um consumo específico de explosivo em maior concentração e dimensionar devidamente a pega para esse efeito.

A actividade de perfuração é actualmente realizada em dois turnos de oito horas, das 7h às 15h e das 15h às 23 horas.

A mina possui 8 jumbos, adquiridos recentemente, dedicados à produção e 3 mais antigos que se dedicam à perfuração em trabalhos de preparação. O número de equipamentos em funcionamento simultâneo varia em função do ritmo de produção solicitado pela instalação de preparação de minérios (lavaria), sendo que para a produção actual, habitualmente trabalham 5 ou 6 jumbos durante cada turno.

6.3.1.1.1. Diagrama de fogo

O diagrama de fogo utilizado nas pegas de produção nos desmontes desde 2010 é o denominado *fan-cut* ou pega em leque. Neste caso, a zona de caldeira é definida num dos lados da frente, e a restante perfuração é realizada de acordo com a localização da caldeira. A pega propriamente dita é composta por duas fiadas de furos, separadas por 60 cm, incluindo os colos pequenos da caldeira, colos grandes de ambos os lados, furos auxiliares e escantilhos. De modo a abrir uma secção suficiente para a movimentação do equipamento, é adicionada uma fiada extra de perfuração, seja por cima (“coronas”) ou seja por baixo (“sapateiras”) da pega. No total, a pega é constituída por 28 furos, com comprimentos que variam entre 1 metro e 2,5 metros.

Nas figuras 31, 32 e 33 apresentam-se o diagrama de fogo *fan-cut* com as respectivas medidas.

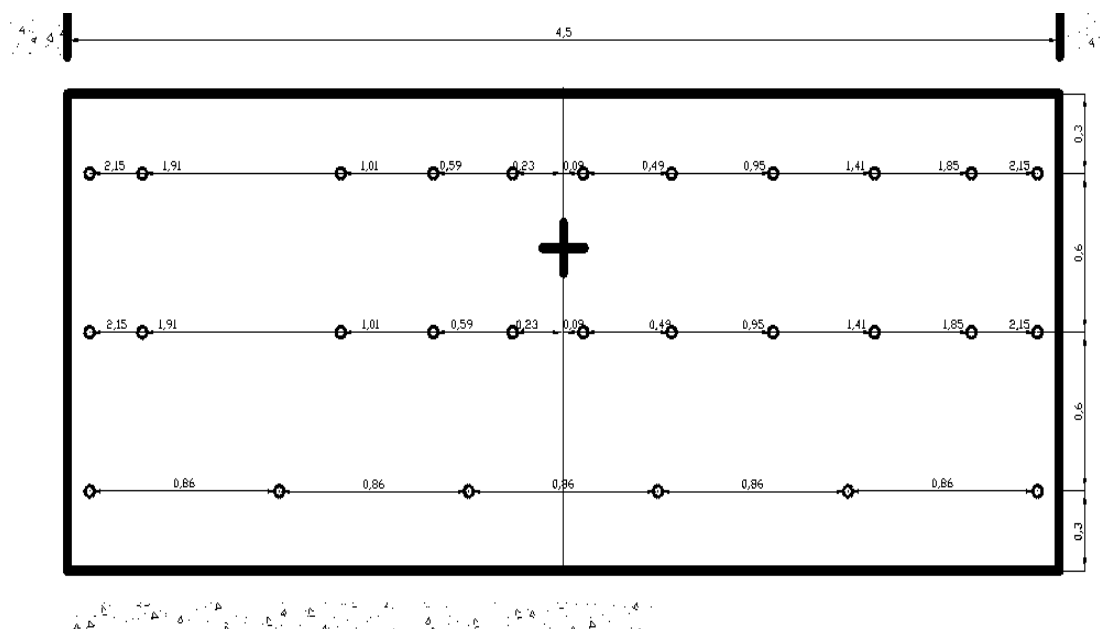


Figura 31 - Diagrama de fogo - fan-cut (vista frente)

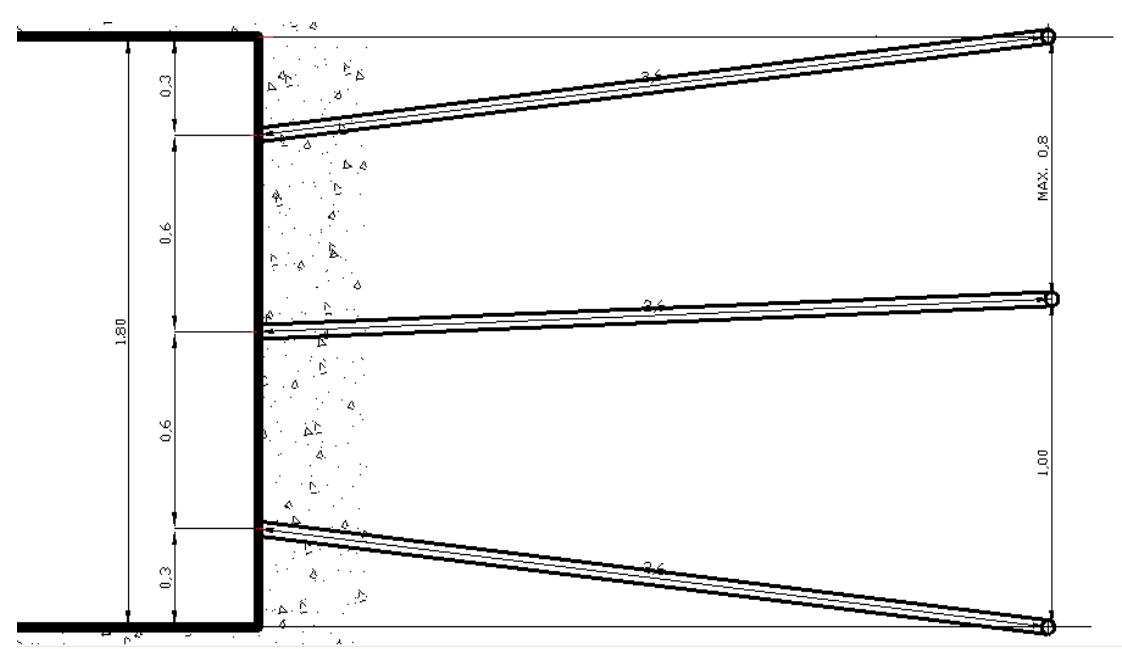


Figura 32 - Diagrama de fogo - fan-cut (vista em corte)

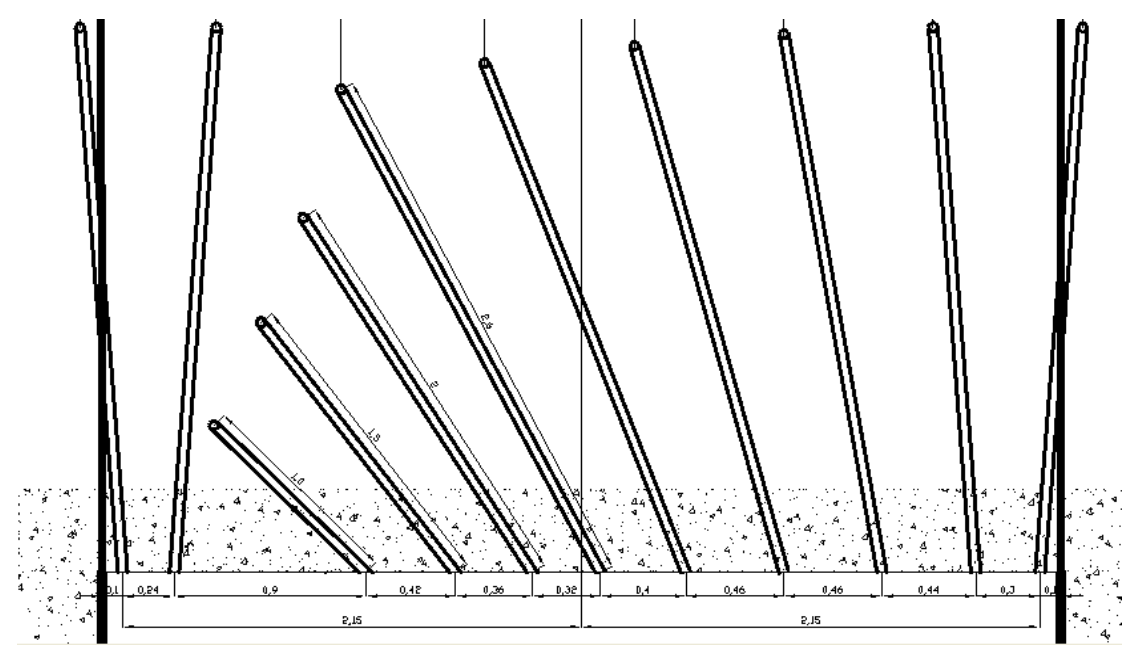


Figura 33 - Diagrama de fogo - fan-cut (vista em planta)

6.3.1.2. Carregamento e Detonação

Às 17 horas tem início o turno da equipa dos carregadores de fogo. Depois de preparadas as pegas, ou seja, depois de agrupados e constituídos conjuntos de detonadores com os tempos de retardo necessários para cada pega de fogo, cada equipa desloca-se para a sua área de trabalho e começa por carregar as frentes já furadas no primeiro turno, passando depois para as restantes.

Após as 23 horas, quando apenas a equipa de carregadores se encontra no interior da mina, começam os disparos de cada pega ou conjunto de pegas.

6.3.1.2.1. Explosivos e Detonadores utilizados

Os explosivos utilizados consistem em Dinamite gelatinosa para a carga de fundo e ANFO ou Hidrogel para a carga de coluna (ver figura 34). Os detonadores são provenientes do mesmo fornecedor dos explosivos (ver figura 35). Desde Janeiro 2016, aqueles são do tipo não eléctrico, com utilização de cordão detonante para os agrupar em cada frente e detonador eléctrico como iniciador do cordão detonante.



Figura 34- Explosivos utilizados na pega de fogo. Fonte: Catálogos da Maxam



Figura 35 - Detonador não eléctrico. Fonte: Catálogo da Maxam



Figura 36 - Equipamento portátil para carregamento de ANFO a granel
Fonte: www.oricaminingsservices.com

O equipamento para carregamento do ANFO, com recurso ao ar comprimido, designa-se por Portanol, mostrado na figura 36.

Trata-se de um equipamento portátil, bastante simples de utilização e funcionamento. É constituído por uma base com um injetor e com balde em polietileno por cima. O seu funcionamento baseia-se no princípio de injeção com efeito *venturi*, com a alimentação de ar comprimido de alimentação ligada no injetor a sugar o ANFO presente no balde por cima e a injectá-lo pela mangueira para dentro dos furos, em qualquer direcção.

É um equipamento operado por uma só pessoa, com o injetor controlado por uma válvula manual remota numa pequena mangueira onde passa o ar comprimido.

O balde tem um volume de 50 litros e capacidade para aproximadamente 40 quilogramas de ANFO. Tem diâmetro de 370 mm, altura de 680 mm e peso de 13 quilogramas.

Dependendo do diâmetro das mangueiras de injeção e do comprimento, tem capacidade entre 4,5 e 6,7 kg/min.

Após o rebentamento, a equipa dos carregadores de fogo deixa a mina e esta fica durante a noite (a partir da 1 hora até às 7 horas da manhã) a ventilar e a dissipar os gases nocivos oriundos das detonações.

6.3.1.3. Limpeza, Remoção e Transporte

No primeiro turno, com início às sete horas, a equipa de remoção procede à limpeza das frentes regando previamente o material desmontado bem como os hasteais e os tectos.

Após a limpeza da frente e a remoção do material realiza-se o saneamento com segurança. As pás carregadoras, denominadas LHD's (*Load Haul and Dump*), transportam o material desmontado desde a frente até à torva de escoamento do minério. A fotografia de uma dessas máquinas é apresentada na figura 37.



Figura 37 - Pá carregadora (LHD) Wagner ST7 LP (*Low Profile*)
Imagem: Autor

A empresa tem uma frota de 15 LHD's, sendo 10 dedicadas à produção e 5 aos trabalhos auxiliares ou preparações. Desta frota, diariamente são utilizadas normalmente 8 LHD's na produção e 2 nos restantes trabalhos, ficando o restante equipamento à disposição da equipa da manutenção para reparações. Toda a frota é constituída por máquinas de baixo perfil, tendo em vista a minimização da diluição que, quase invariavelmente, ocorre em actividades de desmonte.

O material depositado nas várias torvas ou chaminés é recolhido nos dois pisos de extracção actuais, que são o Nível 2 e o Nível 3. As composições de locomotivas e vagões percorrem as várias galerias dos pisos de extracção recolhendo o minério nas torvas em utilização.

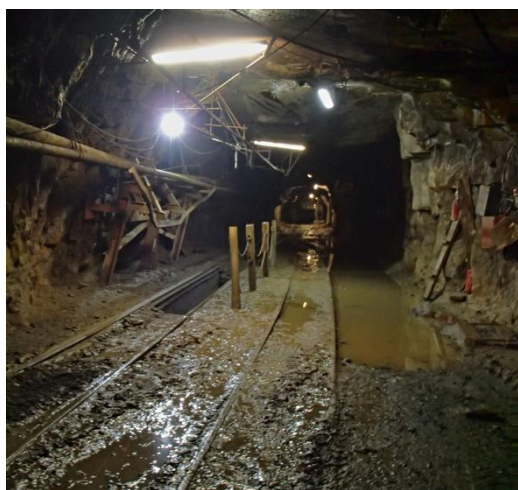


Figura 38- Virador no nível 2 (à esquerda) e Câmara de Quebragem (britador primário e correia 2, à direita). Imagens: Autor

No Nível 2, o minério recolhido é transportado até ao *virador*, onde os vagões descarregam por um sistema mecânico simples (figura 38). O virador onde os vagões descarregam, alimenta a torva de minério.

No Nível 3, o minério recolhido é transportado até ao poço de extracção. O poço de extracção interior, funcionando com sistema de jaula e contrapeso, eleva até ao Nível 2 um único vagão cheio por ciclo, descendo um vagão vazio. Quando atinge o Nível 2, uma locomotiva puxa os vagões do poço até ao *virador* atrás referido para descarregar o material, voltando com os vagões vazios para descender novamente para o Nível 3.

A torva sob o *virador* alimenta o britador primário de maxilas Nordberg C100. O material britado segue para uma correia transportadora com aproximadamente 1.100 metros até à superfície. Esta correia denomina-se Correia 2 (figura 38) e, no seu final, existem 4 torvas de armazenamento que constituem o pré-stock de alimentação da lavaria de tratamento de minério.

A lavaria, embora parte integrante e fundamental da mina para a produção dos concentrados, fica fora do âmbito deste trabalho, conforme já referido.

6.3.1.4. **Ventilação**

O Sistema de Ventilação da mina reveste-se de particular dificuldade. O complexo sistema de trabalhos subterrâneos, construídos ao longo de mais de cem anos de exploração da mina, colocam dificuldades ao dimensionamento e controlo da ventilação. Com efeito, várias das pequenas escavações à superfície têm ligação a trabalhos subterrâneos mais antigos e interferem nos circuitos de ventilação programados.

Em 2011 foi revisto o circuito primário da ventilação com instalação de dois ventiladores de 200 kW cada um numa chaminé recuperada na parte Norte-Poente da mina (zona da antiga mina do Vale da Ermida).

Além do efeito de chaminé por ser a cota mais elevada (aprox. 860 metros), a subpressão criada pelos ventiladores obriga à entrada de ar fresco pelas outras chaminés ligadas à superfície no sector sul da mina e pela galeria de drenagem (L530).

Nas áreas de desmonte ou em galerias em “fundo de saco”, são colocados ventiladores auxiliares mais pequenos para forçar uma ventilação localizada.

6.3.1.5. **Sustimento**

O método beneficia do facto da rocha encaixante ser bastante competente e serem raras as situações de sustimento. O sustimento é só utilizado no atravessamento de falhas geológicas,

principalmente na família de falhas de direcção Norte-Sul cujo preenchimento costuma ser argiloso, e em zonas de alguma instabilidade do maciço, mas quase exclusivamente em galerias da infra-estrutura geral de base da mina.

Nos desmontes, salvo raras excepções, não se procede a sustimento de tectos de galerias uma vez que o método permite multiplicidade de galerias numa determinada direcção. Actualmente, o sustimento é realizado em quadros de vigas metálicas soldadas com preenchimento de betão.

6.3.1.6. Drenagem das águas

À cota 530 metros existe uma parte importante da infra-estrutura geral de base dos trabalhos mineiros subterrâneos, uma vez que um pequeno conjunto de galerias constitui uma parte fundamental do Sistema de Drenagem da mina, com a água a seguir por gravidade até à Estação de Tratamento de Água da Mina (ETAM). Como complemento ao sistema de drenagem, está instalada no Nível 3 uma Estação de Bombagem que recolhe toda a água abaixo da cota 530 metros e a bombeia para a galeria do Nível 530. Toda a água é encaminhada para a ETAM cuja capacidade foi aumentada em 2011 para 500 m³/hora. Depois de tratada, volta a ser bombeada para tanques de alimentação da mina e da lavaria constituindo o circuito de água industrial.

6.3.2. Áreas de Produção - Desmontes

Na figura 39 está representada de forma esquemática toda a operação subterrânea. Resumidamente apresenta:

- Os 4 níveis de base principais, ligados por rampas para acesso de pessoal e equipamento (L0, L1, L2 e L3 e potencial L4 a tracejado);
- O Nível L530 de drenagem de água por gravidade, atrás referido;
- Chaminés de minério entre os níveis de base (a cor de laranja);
- O Poço vertical Engº Cláudio dos Reis que permite a extracção de minério do Nível L3 para o Nível L2 (a azul claro);
- Os desmontes ou áreas de produção (verde escuro) e os inclinados ou galerias de prospecção (verde claro) seguindo os filões sub-horizontais;
- A câmara de quebragem com um britador primário de maxilas, por baixo do nível L2 e que alimenta a Lavaria por uma correia transportadora através do Poço inclinado de Santa Bárbara (ponteado a vermelho);
- As 4 chaminés de ventilação ligadas à superfície.



Figura 39 - Esquema geral de operações subterrâneas

O processo produtivo começa a partir dos designados “inclinados”, que constituem galerias de prospecção para exposição longitudinal do filão. A partir da intersecção de uma sondagem ou de um filão atravessado numa galeria de base ou rampa da infra-estrutura geral de base, são planeados os inclinados que têm como objectivo seguir e expor o filão numa distância considerável (>100 metros) e, se possível, definindo grandes blocos (50 por 100 metros ou 80 por 100 metros, tentando fazer coincidir com painéis e *drives*).

A abertura dos inclinados permite também a pré-preparação para início das áreas de produção (desmontes), com instalação das várias redes: rede eléctrica para abastecimento geral e funcionamento dos jumbos de perfuração, rede de água para perfuração e rega das frentes, rede de ar comprimido para carregamento do explosivo nas pegas de fogo e rede de telecomunicações via rádio.

A abertura dos inclinados é considerada investimento em capital (CAPEX – *Capital Expenditure*); apenas quando o inclinado, em função do teor medido do filão, passar a desmonte, os custos passam a ser considerados como custos de produção (OPEX – *Operational Expenditure*).

Se o filão do inclinado tiver teor acima do teor de corte, o inclinado passará a desmonte e entra nas três fases de vida descritas a seguir e representadas na figura 40:

1ª Fase – Pilares 11x11 metros; de acordo com a malha topográfica da mina que garante a sobreposição dos pilares, a equipa da topografia marca ao longo do inclinado as novas galerias que resultarão na definição dos pilares iniciais de 11x11 metros;

2ª Fase – Pilares 11x3 metros; quando as várias frentes em avanço param seja por desaparecimento do filão, seja por baixo teor, seja por outro motivo, o desmonte é dado como terminado e entra na segunda fase que consiste em começar a dividir os pilares iniciais de 11x11 metros ao meio, definindo cada um deles dois pilares de 11x3 metros; por razões de segurança, a divisão dos pilares é feita da zona de bordadura do desmonte para a zona de entrada, em retirada;

3ª Fase – Pilares 3x3 metros e Limpeza de Finos; na última fase de exploração do desmonte, cada pilar de 11x3 metros é novamente dividido ao meio e resultam os pilares finais de 3x3 metros que são os quatro cantos dos pilares iniciais de 11x11 metros; nesta última fase, uma vez que a volframite é muito densa e muito friável, com o próprio rebentamento das frentes e com a movimentação pelo equipamento móvel tem tendência a acumular como fracção fina nos pisos e por isso é feita uma recuperação desses finos através de varredura mecânica com mini-giratórias com controlo remoto.

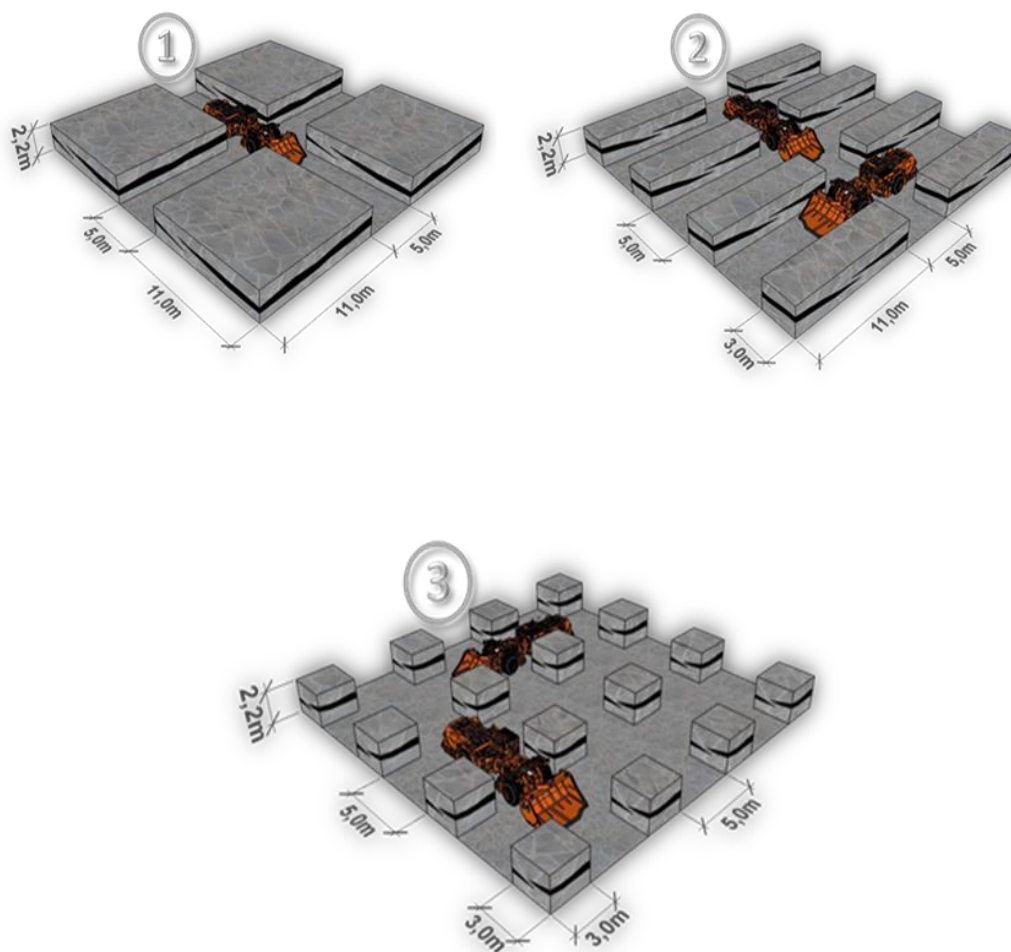


Figura 40 - Fases de um desmonte

A nomenclatura dos desmontes, usada para o cálculo de reservas e recursos a usar, é baseada na malha da infra-estrutura de base criada e considera uma divisão em secções de 10 metros entre níveis. Assim, um determinado desmonte chamar-se-á de acordo com o Nível, Drive, Pannel ou Chaminé (R) e posição relativa entre níveis, sendo que num nível superior terá uma designação mais baixa e num nível inferior ou à cota do nível principal inferior terá designação mais alta. Por exemplo, L1 D7 R13 AW14 ou L2 D11 R10 AW26. No primeiro caso, um desmonte do Nível 1, na Drive 7, iniciado com a chaminé do Pannel 13 e na quarta secção de 10 metros abaixo do Nível 0 com cota aproximada de 640 metros (680-4x10 metros). No segundo caso, um desmonte do Nível 2, na Drive 11, iniciado com a chaminé do Pannel 10, e na cota de base do Nível 2 – 560 metros. O complemento “AW” é herança de longa data e está ligado ao início da lavra a Poente (West) da Falha Principal.

Tanto na fase de inclinado como já em desmonte, as galerias têm medidas aproximadas de 4,5 metros de largura por 2,2 metros de altura. Sendo uma mina de filão, em que toda a rocha encaixante é ganga, a altura de corte é um dos parâmetros mais controlados pela influência que tem na diluição. Todo o equipamento mineiro é do tipo baixo perfil (*low profile*) e em todas as áreas de produção a altura deve ser a mínima possível que permita a passagem do equipamento. A diminuição da altura de corte diminui a diluição como já referido, aumenta o teor independentemente do teor medido ou estimado do recurso a ser minado e, não menos importante, diminui os custos de produção tanto na mina como na lavaria, com diminuição dos custos unitários por quilograma de concentrado ou por “mtu”.

De acordo com o Artigo 4º do “Regulamento Geral de Segurança e Higiene no Trabalho nas Minas e Pedreiras”, anexo do Decreto-Lei nº 162/90, de 22 de Maio, “*De todos os trabalhos subterrâneos devem existir plantas, cortes e projecções actualizados*”. No Anexo 1, apresentam-se duas plantas exemplificativas dos trabalhos subterrâneos, em uso na mina da Panasqueira, e que têm revisão mensal.

Nas plantas, que servem de base aos cálculos de *Survey*⁵ mensal, são apresentadas as seguintes informações:

- Infra-estrutura de base da mina (galerias de base e chaminés);
- Galerias de avanço do desmonte com avanços do mês de referência em cor diferente (vermelho);
- Sondagens com indicação da cota em metros e possança dos filões em centímetros;
- Falhas principais com indicação da possança, tipo e preenchimento, rejeito e inclinação;
- Trabalhos ou desmontes antigos;
- Zonas de protecção e outras informações importantes.

⁵ Survey mensal, ou medições mensais, inclui: m2 desmontados, por área e por tipo de recurso; metros lineares de traçagem (inclinados); metros lineares de preparações (galerias de base e chaminés); resumo mensal e acumulado de dados da produção; comparativo entre produção da mina e produção de concentrados na lavaria.

6.4. FECHO

O Fecho de minas consiste no término das actividades mineiras e no desmantelamento das instalações e anexos mineiros utilizados em qualquer das fases do projecto mineiro. O Plano de Fecho deve ser submetido para aprovação pelas autoridades competentes e incluem as medidas ambientais a adoptar e os requisitos de longo prazo para monitorização das medidas preconizadas.

Tendo em conta o Plano de Fecho da mina, indicam-se os objectivos específicos a atingir na fase de encerramento.

- Desmontar os equipamentos fixos, dismantelar as instalações e as infra-estruturas sem uso futuro estabelecido no Plano de Fecho aprovado;
- Proceder à reabilitação dos solos afectados, de acordo com o planeado uso futuro dos mesmos e que seja adequado aos interesses locais;
- Proceder à estabilização geotécnica final das pilhas e bacias de rejeitados.
- Proceder ao encapsulamento das bacias de rejeitados que contêm espécies mineralógicas susceptíveis de se alterar quimicamente e de produzir efluentes ácidos com metais em suspensão.
- Garantir a não contaminação das águas superficiais e minimizar a contaminação das águas subterrâneas.
- Minimizar as necessidades das actividades de manutenção e monitorização pós-encerramento.
- Estabelecer programas de monitorização pós-encerramento que permitam verificar as evoluções previstas e o cumprimento dos objectivos estabelecidos.
- Minimizar, tanto quanto possível, os impactes socioeconómicos devidos ao Fecho. Criar no Fundo de Fecho uma rubrica para cobrir os custos das indemnizações legais que decorrem do encerramento (BTW, 2011).

7. A PROBLEMÁTICA DA REDUÇÃO DE CUSTOS

A gestão e o controlo de custos assumem uma importância decisiva em todas as fases da vida da empresa assim como nas mais elementares actividades. Este capítulo traduz uma situação prática de controlo de custos na mina da Panasqueira decorrente da oportunidade criada com o aumento do preço dos detonadores eléctricos.

A empresa encontra-se num contexto económico-financeiro de alguma instabilidade, que se reflecte na diminuição da produção em consequência do baixo valor do volfrâmio no mercado internacional. Pretende-se analisar as reacções da empresa ao aumento do custo dos detonadores e de que forma o custo destes se tornou numa oportunidade para reduzir os custos numa actividade específica da mina - a perfuração e carregamento.

7.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DE REFERÊNCIA

Em 2014, o preço do volfrâmio começa a baixar gradualmente, de acordo com o descrito no capítulo relativo ao enquadramento mundial. Daqui resultam graves consequências económico-financeiras para a empresa concessionária. A partir do primeiro trimestre de 2015, por opção de gestão na tentativa de sobrevivência, a produção começou a baixar. Foi dispensado pessoal e foram alargadas as férias.

A redução da produção inverteu a tendência de descida do teor médio desmontado. O teor médio regista um pequeno aumento em virtude da maior selectividade das frentes de trabalho desmontadas nesse período.

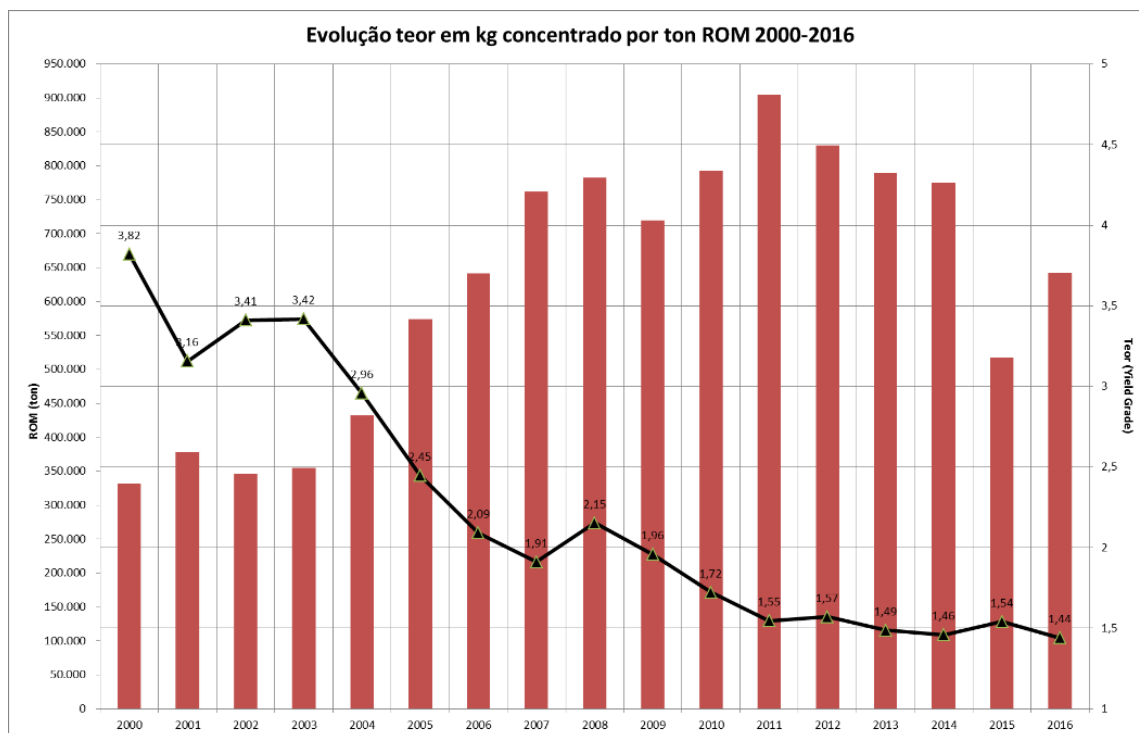


Figura 41 - Gráfico de evolução do teor do ROM, em kg/ton, de 2000 a 2016

A figura 41 indica, por um lado, a evolução da produção em toneladas de ROM e, por outro, a evolução do respectivo teor, em quilogramas por tonelada entre os anos 2000 e 2016. Constatase um aumento gradual da produção até 2011, mas, em contrapartida, o teor do material desmontado decresce no mesmo período.

A partir de 2011, a produção desce ligeiramente até 2014, registando-se no ano seguinte uma queda abrupta face às razões já abordadas. Em 2016 regista-se uma pequena recuperação na produção. No período entre 2012 e 2016 os teores mantêm-se mais ou menos constantes exceptuando uma pequena subida no ano 2015 e uma ligeira descida no ano seguinte em resultado do aumento de produção.

O gráfico da figura 42 demonstra a evolução pormenorizada do ROM, por dia, nos anos mais recentes entre Janeiro de 2015 e Junho de 2017.

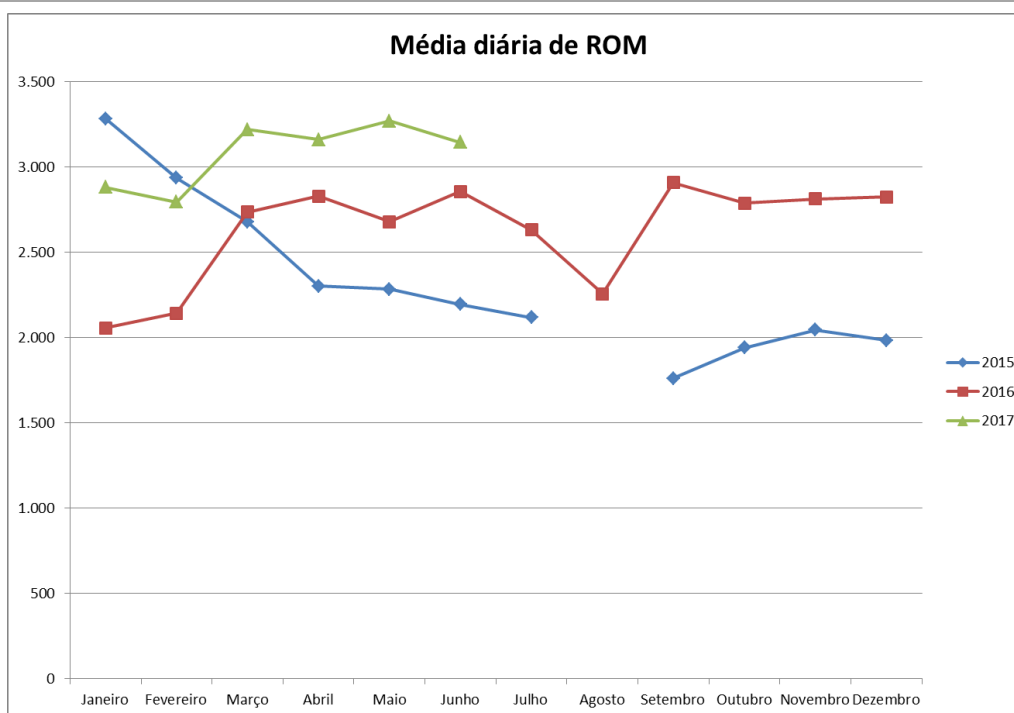


Figura 42 - Gráfico com as médias diárias de ROM 2015, 2016 e 2017

Verifica-se mais uma vez a descida substancial da produção no ano 2015 com a paragem de verão. Assinala-se a queda abrupta que se regista no ano 2016 no mês de agosto face às férias dos trabalhadores que reduzem bastante a produção nesse período.

No fim do ano de 2015, quando o cenário mais provável seria o da suspensão de lavra e fecho temporário da mina até recuperação das cotações, a alteração da estrutura accionista com a entrada do grupo Almonty Industries Inc., possibilitou a manutenção da continuidade da exploração e a retoma progressiva dos níveis de produção anteriores. A evolução ainda assim pouco favorável dos valores de venda dos concentrados, não permitiu uma maior recuperação dos níveis de produção, nomeadamente, o reinício da laboração a três turnos da lavaria.

7.1.1. Detonadores: Custo ou Oportunidade?

No final do ano de 2014, a BTW solicita a proposta dos fornecedores de detonadores eléctricos, os quais registam um aumento muito significativo para o ano seguinte.

Tal situação levanta desafios acrescidos à equipa técnica da mina, ao nível do controlo de custos, tendo em conta o elevado consumo de detonadores. O grande consumo diário de detonadores e o menor preço dos detonadores eléctricos tinha, até essa data, determinado a continuação da utilização desse tipo de detonadores. Num ano de produção normal, o consumo de detonadores ultrapassa as 500.000 unidades.

O fornecedor habitual dos detonadores eléctricos (Fornecedor A - França) apresenta um aumento de cerca de 57% para o ano 2015 e solicita-se outra proposta a um novo potencial fornecedor (Fornecedor B – República Checa), que confirma o aumento do preço.

Tabela 7- Preço dos Detonadores Eléctricos por pega

	2014	2015	
	Fornecedor A	Fornecedor A	Fornecedor B
Detonadores Eléctricos	25,02€	39,37€	29,30€
Transporte	0,00	0,00	0,41€
Taxas e Licenças	0,00	0,00	0,17€
Total	25,02€	39,37€	29,88€

Perante este novo cenário, e após a análise dos valores resumidos na tabela 7, a empresa pondera as alternativas.

Mais do que a escolha de fornecedor para abastecimento de explosivos em 2015, a consulta efectuada acabou por permitir avaliar a eventual alteração do sistema de iniciação das pegas, passando dos detonadores eléctricos em utilização há vários anos para os detonadores não eléctricos, já há muito desejados, mas com preços até essa data proibitivos. Os detonadores não eléctricos são amplamente utilizados em outras minas e pedreiras principalmente por razões relacionadas com a segurança.

No entanto, esta alteração parecia determinar um aumento ligeiro dos custos com explosivos, devido à grande quantidade de detonadores consumidos diariamente. Os detonadores tal como os explosivos fazem parte dos custos do Carregamento.

Em seguida, efectua-se o estudo comparativo dos potenciais fornecedores de detonadores não eléctricos.

Tabela 8- Preços por pega dos detonadores Não Eléctricos

	Fornecedor A França	Fornecedor B Rep. Checa	Fornecedor C Portugal	Fornecedor D Portugal
Detonadores Não Eléctricos	40,61€	36,08€	38,44€	69,75€
J-Hook	5,89€	2,17€	-	0,00
Cordão	1,44€	1,44€	1,44€	1,44€
Trace & Track	0,93€		0,93€	
Transporte	Incluído	1,65€	Incluído	Incluído
Taxas e Licenças	-	0,68€	-	-
Total	48,87€	42,02€	40,81€	71,19€

A análise de preços para os detonadores não eléctricos, conforme descrito na tabela 8, resultou na identificação do Fornecedor C (Portugal) como melhor proposta.

As razões para a escolha deste fornecedor decorrem de apresentar a melhor proposta, mas o facto de o fornecedor ser nacional seria, em qualquer dos cenários, um factor de peso a considerar.

Não de menor importância, e embora considerados os valores para custo de transporte e taxas, a importação directa deste tipo de materiais envolve grande burocracia e diligências, normalmente com recurso a terceiros com experiência na matéria. O transporte mais económico por via terrestre implica a comunicação a cada país atravessado, o pedido das respectivas licenças e o pagamento das taxas. O transporte por via aérea é possível sobre determinadas condições de acondicionamento, mas encarece bastante o valor unitário dos detonadores.

Em resultado da proximidade dos valores entre os preços por peça dos detonadores eléctricos do fornecedor habitual, Fornecedor A – 39,37€, e os preços dos detonadores não eléctricos do Fornecedor C – 40,81€, a diferença é compensada pelos ganhos em segurança.

Face à análise realizada e acima descrita, a empresa toma a decisão de alterar os detonadores com efeitos práticos a partir de Janeiro 2016.

Na sequência da alteração do sistema de iniciação das pegas de fogo, constatou-se uma melhoria significativa na fragmentação, de uma forma generalizada. Para o estudo da distribuição granulométrica do material desmontado, em ambiente subterrâneo não é possível aplicar a técnica de fotografia. A avaliação foi sendo feita com a experiência dos vários técnicos ligados à produção da mina.

O acompanhamento atento da implementação do novo sistema de iniciação permitiu colocar algumas hipóteses de intervenção no diagrama de fogo de modo a reduzir consumo de explosivos.

Logo foi analisada a melhor forma de otimizar o carregamento ou o diagrama de fogo, de modo a equilibrar o consumo de explosivo com a granulometria desejada.

Além de uma potencial forma de reduzir custos numa das actividades mais onerosas da produção da mina, também a minimização de produção de finos com os rebentamentos contribui para melhor recuperação do volfrâmio, devido às características de dureza e friabilidade da volframite.

Uma vez que a pilha de material desmontado apresentava granulometria fina, foi desde logo evidente a hipótese de reduzir a quantidade de explosivo, nomeadamente de ANFO.

Outra hipótese era ainda a alteração do próprio diagrama de fogo, redistribuindo a perfuração, de modo a reduzir o número de furos total. Não só o consumo de explosivo seria menor, como também o de aço de perfuração. A rapidez de execução das duas tarefas também sairia aumentada.

7.1.2.Os condicionalismos da Mina da Panasqueira

A especificidade do jazigo e de toda a lavra mineira na Panasqueira no panorama nacional e até europeu, torna quase impossível qualquer tentativa de *benchmarking* com outras minas relativamente a indicadores de qualidade ou de custos.

Com efeito, o facto de ser um jazigo filoniano com grande predominância da componente horizontal, distingue a Panasqueira da maior parte das minas industriais. Apenas minas de platina na África do Sul têm secções de escavação equivalentes às da Panasqueira, embora haja referências a bastantes minas de jazigos filonianos a nível mundial.

Precisamente a secção da escavação, aproximadamente 4,5 metros de largura por 2 metros de altura nos desmontes, condiciona bastante a escolha de equipamentos de todo o tipo disponíveis no mercado. Desde os jumbos de perfuração, passando pelos equipamentos de carregamento de explosivos, LHD's, locomotivas de extracção e equipamentos de apoio logístico, tudo é limitado principalmente pela altura disponível dentro a mina. Ainda assim, com a introdução do equipamento baixo perfil já na década de 2000, e com o constante reforço e substituição de equipamentos antigos, é seguro afirmar que a Panasqueira dispõe do melhor equipamento disponível no mercado internacional em termos de perfuração, carregamento e transporte do minério.

Com o actual método de exploração e com a introdução do equipamento baixo perfil como marco importante de alteração da lavra mineira, a secção da pega de fogo é, mais uma vez, muito particular na mina da Panasqueira. Apenas 4,5x2 metros não permitem grande flexibilidade na alteração dos parâmetros do diagrama de fogo, contando ainda com o ataque a frente vertical sem qualquer área ou volume livre para arranque da pega. É imprescindível a criação da zona de caldeira para início do arranque da pega, recorrendo a furos com determinada direcção e inclinação. Os furos auxiliares e de escantilho têm por objectivo manter a secção mínima necessária para o avanço máximo, de modo a ser possível a entrada do equipamento de trabalho.

Quanto aos materiais utilizados e em particular os explosivos, verificou-se um gradual desuso do ANFO nas outras minas, nacionais e estrangeiras. Por um lado, porque têm maior capacidade financeira para utilizarem materiais um pouco mais caros, mas principalmente porque podem recorrer a equipamentos próprios para o carregamento, que não é possível utilizar na Panasqueira (exemplo na figura 43).



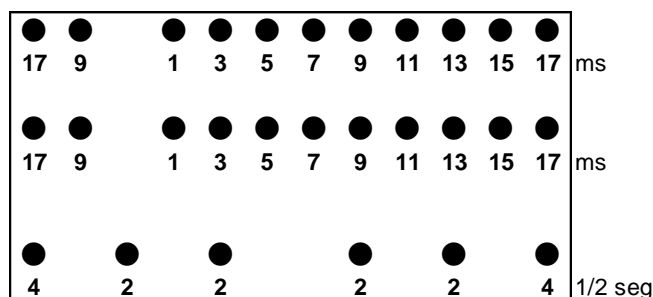
Figura 43 - Equipamento para carregamento de explosivos. Fonte: Catálogo da Normet Charmec (LC605)

O recurso aos equipamentos de carregamento de explosivos a granel de grande porte não é possível na Panasqueira porque simplesmente o equipamento não cabe em altura dentro dos desmontes. Assim, continua a ser utilizado em grande parte o ANFO por ser o tipo de explosivo mais barato do mercado e que cumpre muito bem no maciço da Panasqueira como carga de coluna e representando 77% do total dos explosivos. O ANFO é injectado com equipamento portátil a ar comprimido, tendo-se já ensaiado uma cuba pressurizada montada sobre reboque de tractor, com maior capacidade mas também limitada pela altura disponível nos desmontes.

7.1.3. Caracterização da Pega de Fogo em Desmonte

A pega de fogo na produção da mina da Panasqueira é constituída por 28 furos alinhados em função da caldeira em leque. Os detonadores utilizados são do tipo eléctrico, cuja descrição pormenorizada se indica em seguida, na figura 44.

Distribuição de tempos de detonadores
Situação actual



Pega - 28 furos

Tiros por fora - 3 furos (média 2014)

Figura 44- Distribuição de temporização de detonadores eléctricos na pega de fogo

A tabela 9 indica a quantidade e tipo de detonador de acordo com o retardo do detonador eléctrico. O tipo de detonador refere-se ao tempo de retardo em milissegundos (ms) para o tipo ímpar e em segundos para o tipo par.

Tabela 9- Tempos de retardo e quantidade de detonadores eléctricos utilizados na pega de fogo

Tipo	Tempo retardo	Quantidade
1	25 ms	2
3	75 ms	2
5	125 ms	2
7	175 ms	2
9	225 ms	4
11	275 ms	2
13	325 ms	2
15	375 ms	2
17	425 ms	4
2	1 s	4
4	2 s	2
6	3 s	3
		31

A pega propriamente dita tem 22 furos em duas fiadas de 11 furos cada, mais 6 furos auxiliares ou de contorno de modo a manter a secção (por cima ou por baixo das duas fiadas de furos da pega). A escorva - conjunto detonador mais cartucho de explosivo de carga de fundo, é colocada em cada um dos furos sendo depois o resto da coluna preenchida por ANFO a granel injectado, ou por hidrogel encartuchado se o furo tiver presença de água. No caso de existência de furos auxiliares além dos 6 atrás descritos e considerados sempre necessários, seja no piso, no hasteal

ou no tecto da galeria, são carregados da mesma forma que os restantes, utilizando-se o detonador tempo 6 (3 segundos de atraso).

Pontualmente executam-se conjuntos de furos de pré-abertura de frente, normalmente nos cruzamentos das malhas dos futuros pilares e de modo a conseguir o espaço suficiente para caber o braço do jumbo na próxima perfuração. Estes conjuntos de furos designam-se por posturas.

O total de furos extras em cada frente mais os furos em posturas resulta numa média de 31 furos, logo detonadores, por pega.

Em relação aos explosivos, na mina são utilizados três tipos a seguir identificados e descritos.

- Explosivo do tipo dinamite gelatinosa, à base de nitroglicerina (2,5 a 25%), do tipo dinamite, para escorva e carga de fundo encartuchada com dimensões 26x200 mm;
- Explosivo do tipo hidrogel (Riogel), à base de nitrato de hexamina (7 a 12%), para carga de coluna em furos com água, em cartuchos de 32x500 mm;
- ANFO, mistura de nitrato de amónio com gasóleo, do tipo granulado, para carga de coluna em furos sem água; a granel, em sacas de 25 kg.

Apenas na presença de água dentro dos furos se utiliza na Panasqueira um hidrogel encartuchado, em substituição do ANFO, o mesmo tipo de material que é utilizado a granel nas outras minas portuguesas.

7.1.3.1. Consumos

Para situação de referência, os dados apresentados, quer em relação aos consumos de detonadores e explosivos, quer aos custos a estes atribuídos, são relativos ao ano de 2014. Apresentam-se ainda alguns dados do primeiro semestre de 2016. Tal escolha deve-se ao facto de, entre os anos mais recentes, 2014 ser o mais representativo em termos de normalidade da produção.

O ano 2015 foi um ano marcado pela redução de actividade e por isso pouco representativo, assim como o ano de 2016, já marcado pela progressiva recuperação dos níveis de produção. Os dados relativos a 2016 incluem apenas o primeiro semestre, uma vez que no segundo semestre se introduziram as alterações no diagrama de fogo que adiante se descrevem e analisam.

A tabela 10 indica os consumos de explosivo para as cargas de fundo e de coluna, assim como o número de detonadores.

Tabela 10- Consumo de Explosivo e de Unidades de Detonadores no ano 2014 e no 1º sem de 2016

Mês	Dinamite (kg)	Hidrogel (kg)	ANFO (kg)	Detonadores (nº)
Ano 2014				
1	8.750	12.500	79.000	53.850
2	7.900	11.950	68.275	47.000
3	8.100	12.025	67.500	47.950
4	6.700	11.425	55.750	38.750
5	7.725	11.425	69.125	50.050
6	7.175	11.125	61.125	42.650
7	7.775	11.500	66.250	46.350
8	1.475	1.875	13.500	8.350
9	8.050	12.050	67.750	48.150
10	8.100	13.500	72.125	51.100
11	7.150	11.850	63.000	48.150
12	5.325	10.425	45.750	30.300
Total	84.225	131.650	729.150	512.650
1º semestre de 2016				
1	4.250	6.025	42.350	29.890
2	5.350	8.350	49.500	34.130
3	6.050	8.975	56.725	39.140
4	5.225	7.075	51.450	32.350
5	5.625	8.350	52.100	35.610
6	5.500	8.200	52.150	34.330
Total	32.000	46.975	304.275	205.450

As pegas de fogo dividem-se em três tipos:

- Pegas em desmonte, as verdadeiras pegas de produção, onde toda a rocha desmontada é ROM e todos os custos são Opex;
- Pegas em inclinados, quase sempre em filão e, por isso, também contribuem para o ROM; mas ao contrário das pegas em desmonte, são consideradas em Capex;
- Pegas em galerias de base e rampas, quase sempre sem filão, constituem o desenvolvimento da infra-estrutura da mina (Preparações) e também são consideradas em Capex.

Nos desmontes da mina realizaram-se 12.393 pegas de fogo em 2014 e 5.502 no 1º semestre de 2016. O número total de pegas realizadas e a sua distribuição na mina estão indicados na tabela 11.

Tabela 11- Quantidade de pegas de fogo efectuadas no ano 2014 e no 1º semestre de 2016

Mês	Desmontes (nº)	Inclinados (nº)	Infra-estrutura (nº)
Ano 2014			
1	1.316	212	167
2	1.071	226	170
3	1.061	300	121
4	942	277	74
5	1.113	299	82
6	1.003	267	58
7	1.142	230	54
8	277	50	13
9	1.225	151	67
10	1.203	222	129
11	1.166	113	95
12	874	96	70
Total	12.393	2.443	1.100

1º semestre de 2016			
1	758	89	0
2	855	171	8
3	1.021	142	32
4	912	108	20
5	932	110	45
6	1.024	67	44
Total	5.502	687	149

A tabela 12 indica os quilogramas de explosivo que são consumidos em cada pega de fogo, que regista uma média de 59,30 kg por pega em 2014 e 60,47 kg por pega no 1º semestre de 2016. No ano 2014 foram consumidos 945.025 quilogramas de explosivo num total de 15.936 pegas. Em 2016 o explosivo gasto nas 6.338 pegas foi de 383.250 quilogramas.

Tabela 12- Consumo de explosivos por pega no ano 2014

Ano 2014			
Mês	Total Explosivos (kg)	Nº Total de Pegas	Kg/pega
1	100.250	1.695	59,14
2	88.125	1.467	60,07
3	87.625	1.482	59,13
4	73.875	1.293	57,13
5	88.275	1.494	59,09
6	79.425	1.328	59,81
7	85.525	1.426	59,98
8	16.850	340	49,56
9	87.850	1.443	60,88
10	93.725	1.554	60,31
11	82.000	1.374	59,68
12	61.500	1.040	59,13
Total	945.025	15.936	59,30

1º semestre de 2016			
1	52.625	847	62,13
2	63.200	1.034	61,12
3	71.750	1.195	60,04
4	63.750	1.040	61,30
5	66.075	1.087	60,79
6	65.850	1.135	58,02
Total	383.250	6.338	60,47

O gráfico da figura 45 ilustra um consumo de explosivo mais ou menos constante ao longo do ano de 2014.

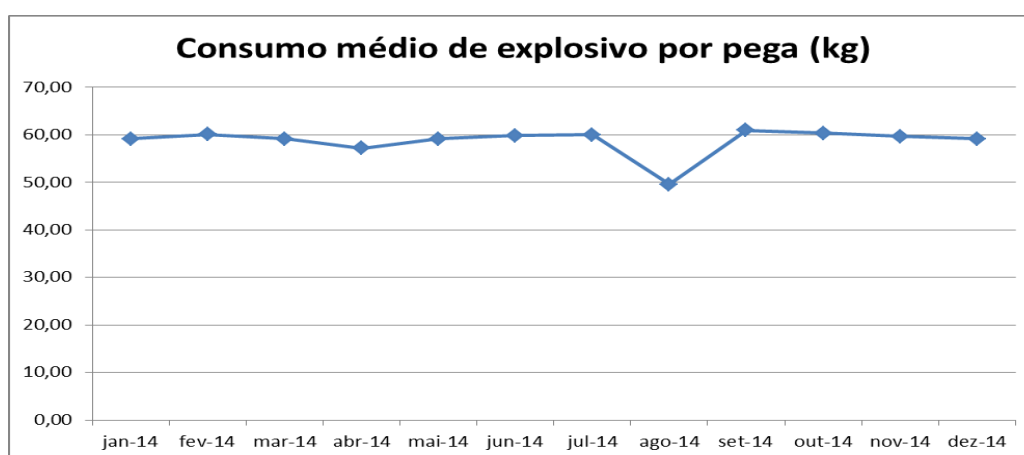


Figura 45 - Gráfico do consumo médio de explosivo por pega em 2014

7.1.3.2. Custos da pega de fogo

A abordagem aos custos, no âmbito deste trabalho, tem um papel fundamental. Na sequência do ponto já apresentado relativo à distribuição de custos, indica-se a distribuição dos custos nas actividades elementares do ciclo mineiro. Como vimos em capítulo anterior, dos custos gerais da empresa, 56,1% foram realizados pela mina, no ano 2014.

A maior fatia de custos na mina são os recursos humanos, seguidos dos explosivos e manutenção com equipamento móvel. A mecanização implica um grande número de equipamentos que carecem de manutenção regular, assim como reparações que vão desde a mais pequena a grandes reparações, em termos de paragem/indisponibilidade e custos. Assim, os custos com os explosivos constituem a subárea da produção da mina com potencial de optimização e consequente redução de custos, contribuindo para redução geral dos custos de operação da empresa.

Para a análise detalhada dos encargos da mina, apresenta-se a divisão dos custos da mina pelas actividades indicadas na tabela 13.

Tabela 13- Distribuição dos custos nas actividades do ciclo mineiro no ano 2014

Perfuração	21,9%
Carregamento de fogo	20,9%
Transporte (LHD)	31,0%
Extracção	11,7%
Britagem e Correia 2	2,8%
Diversos	11,7%

A actividade com maior expressão nos custos do ciclo mineiro é o transporte de material desde a frente de desmonte até ao local da descarga, as torvas dos desmontes. Segue-se a perfuração e o carregamento de fogo que em conjunto representaram, no ano 2014, 42,8% dos custos da mina (ver figura46).

Na rubrica “Diversos” estão incluídos os custos com a entivação de falhas, manutenção de redes (ar comprimido, água, rede eléctrica e de telecomunicações), equipamento de protecção individual (EPI), frota de tractores de apoio logístico, transportes, sonda de desmontes, laboratório, serviços terceiros e mão-de-obra de supervisão.

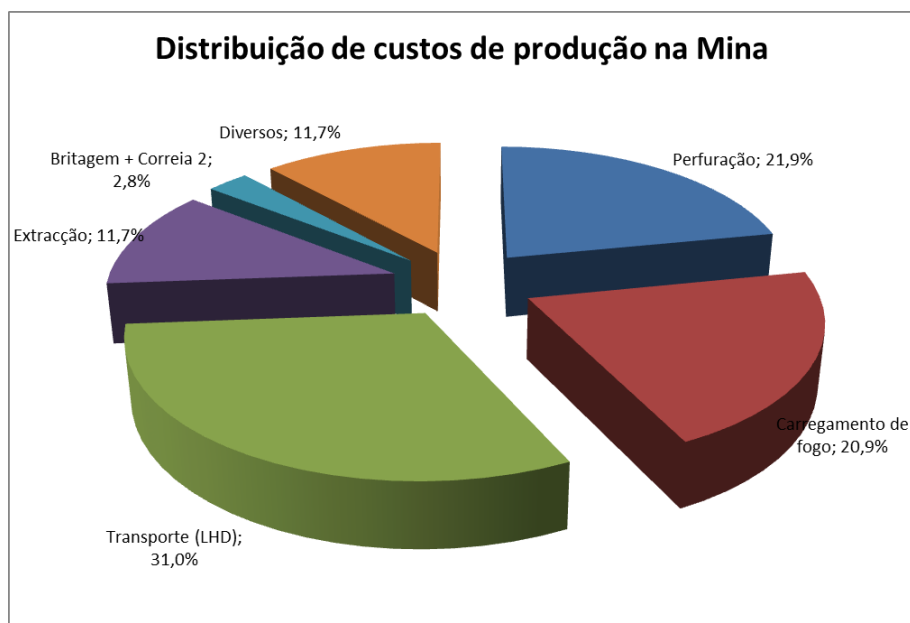


Figura 46- Distribuição dos custos por actividades principais do ciclo mineiro da Panasqueira

Em relação à mão de obra, que como vimos anteriormente, representa quase metade dos custos da mina, o nº de trabalhadores distribui-se da seguinte forma pelas actividades da mina em 2014 (gráfico da figura 47).

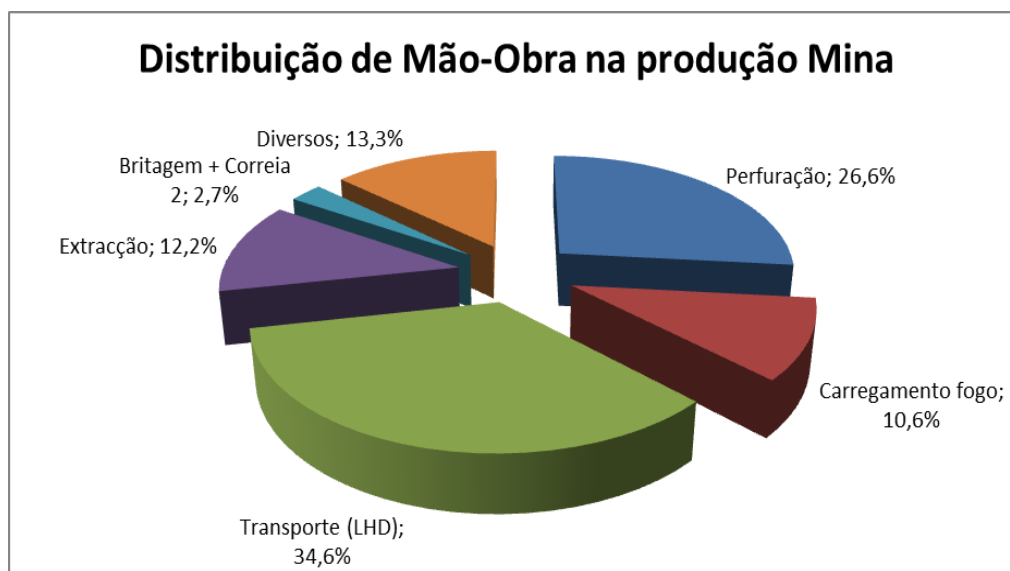


Figura 47- Distribuição dos recursos humanos da mina por actividades do ciclo de produção

Na tabela 13 e figura 46, é bem evidente o peso relativo da actividade de Carregamento nos custos operacionais da mina.

Por último, relaciona-se a dimensão das equipas de trabalho por actividade com o peso da própria actividade nos custos totais da mina. O gráfico da figura 48 mostra a relação entre o número de trabalhadores de cada actividade e os custos totais dessa actividade. No caso particular do “Carregamento de fogo”, ao contrário das outras actividades, a dimensão da equipa não corresponde ao peso relativo da actividade nos custos operacionais, uma vez que os gastos com explosivos se sobrepõem ao custo relativo de mão-de-obra.

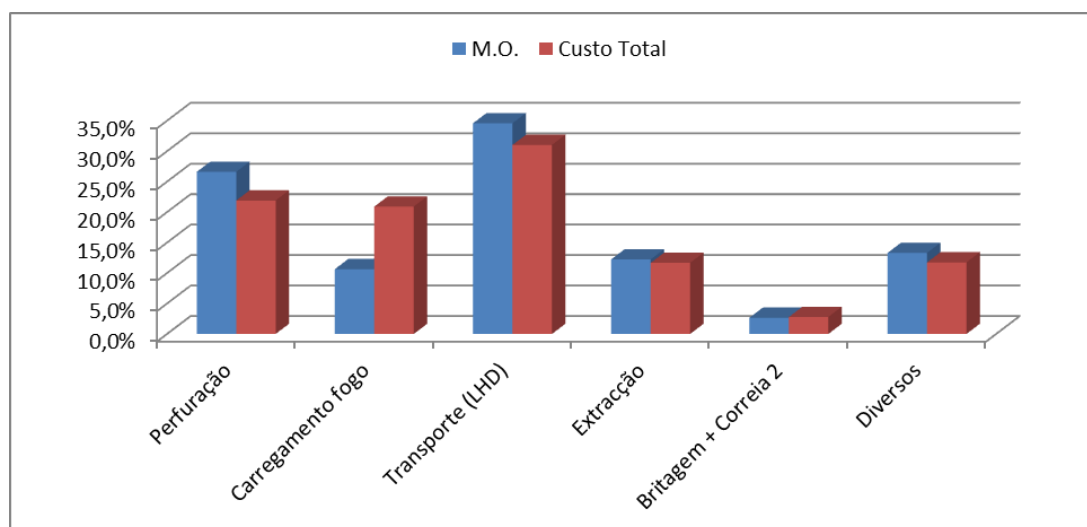


Figura 48- Percentagens de número de trabalhadores e custos parciais por actividade

Em relação aos custos com a actividade de Carregamento importa salientar que para além dos explosivos propriamente ditos, também os detonadores estão incluídos nos custos do Carregamento, além da mão-de-obra e custos gerais de apoio de acordo com o peso relativo da distribuição de pessoal.

Os explosivos apresentam um aumento comercial anual, tal como todos os outros produtos ou serviços. No entanto, pela sua especificidade, têm associados o pagamento de diversas taxas de produção e taxas de comercialização.

A empresa prepara anualmente o orçamento interno. Este documento considera os preços do fornecedor e também as referidas taxas e encargos sobre os produtos explosivos.

O orçamento previsto para o ano 2014 apresenta um valor 5,2% superior face ao valor real enquanto para o 1º semestre de 2016 o custo real ultrapassou o orçamento previsto em 17,3%.

Os custos de explosivo para o 2014 e para o 1º semestre de 2016 são indicados tabela 14, bem como a quantidade de pegs em desmonte. Os custos com explosivo tiveram aumento significativo, subindo de 121,74 euros para 142,17 euros por pega, devido às actualizações dos valores unitários e taxas.

Tabela 14- Apuramento do custo por pega em 2014 e no 1º semestre de 2016

Ano	Orçamento Previsto	Despesa Real	Diferença	Nº Pegs	€/Pega
2014	100%	94,8%	-5,2%	12.393	121,74€
2016 (1º sem.)	100%	117,3%	+17,3%	5.502	142,17€

7.2. IMPLEMENTAÇÃO DO NOVO DIAGRAMA DE FOGO

Em função do enquadramento exposto e dos condicionalismos associados, decorre o processo de optimização da pega de fogo, de forma a reduzir os custos associados ao explosivo e, inerentemente, à perfuração.

Na sequência da introdução de detonadores não eléctricos para o arranque da pega de fogo, constata-se uma diminuição da granulometria do material desmontado.

Das várias hipóteses consideradas, pretendia-se o equilíbrio da quantidade de explosivo na pega de fogo com a granulometria desejada.

Além de uma potencial forma de reduzir custos numa das actividades mais onerosas da produção da mina, também a minimização de produção de finos com os rebentamentos contribui para melhor recuperação do volfrâmio, devido às características de dureza e friabilidade da volframite.

Numa pega normal de desmonte, a escorva (cartucho de carga de fundo com o detonador) é introduzida no fundo do furo e a carga de coluna é preenchida por ANFO injectado por equipamento próprio a ar comprimido. Em furos com presença de água, o ANFO é substituído por cartuchos de hidrogel. Em todos os furos, é deixado um comprimento livre de 60 cm para tamponamento com argila.

Para a constituição da escorva o detonador não eléctrico entra directamente no cartucho de explosivo do tipo gelatinoso equivalente aos *boosters* de iniciação usados em outras minas e pedreiras.

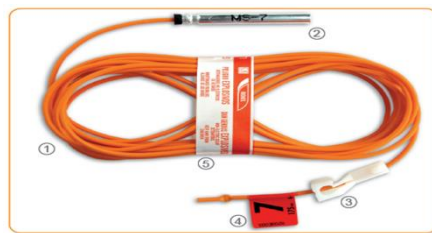


Figura 49 – Detonador Não Eléctrico. Fonte: Catálogo da Maxam

No carregamento, aumentou-se o comprimento de furo sem explosivo, diminuindo o comprimento da carga de coluna em 10 cm. A carga de coluna é, normalmente, preenchida com ANFO (ver figura 50).



Figura 50- Ilustração da redução de carga de coluna no furo

O carregador, após certificar que não existe água no furo, introduz a escorva e de seguida começa a injectar o ANFO do fundo do furo para a boca do furo. Com a mangueira de injeção marcada a 70 centímetros, logo que aparece a marca, o carregador pára a injeção e coloca o taco de argila.

Relativamente ao diagrama de fogo, foi dimensionado um novo *layout* com a retirada de 2 furos fora da zona da caldeira, conforme se apresenta na figura 51.

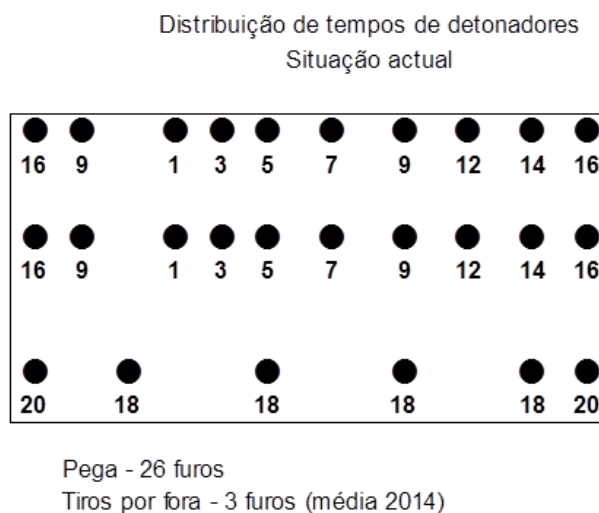


Figura 51- Distribuição no diagrama de fogo dos tempos dos 26 furos

No caso dos detonadores não eléctricos, são utilizados dois tipos de tempo de retardo. Do tempo 1 ao tempo 16 são de retardos do tipo milissegundos (fiadas de furos da pega), enquanto os tempos 18 e 20 dos furos auxiliares mais os eventuais furos extras com o tempo 30, são do tipo de retardo longo, com os atrasos em milissegundos indicados na tabela 15.

Tabela 15- Atrasos dos tempos de detonadores não eléctricos

Tipo	Tempo retardo	Quantidade
1	25 ms	2
3	75 ms	2
5	125 ms	2
7	175 ms	2
9	225 ms	4
12	300 ms	2
14	350 ms	2
16	400 ms	4
18	1800 ms	4
20	2000 ms	2
30	3000 ms	
		26

O novo diagrama de fogo, com imagem de corte e de planta encontra-se na figura 52 da página seguinte.

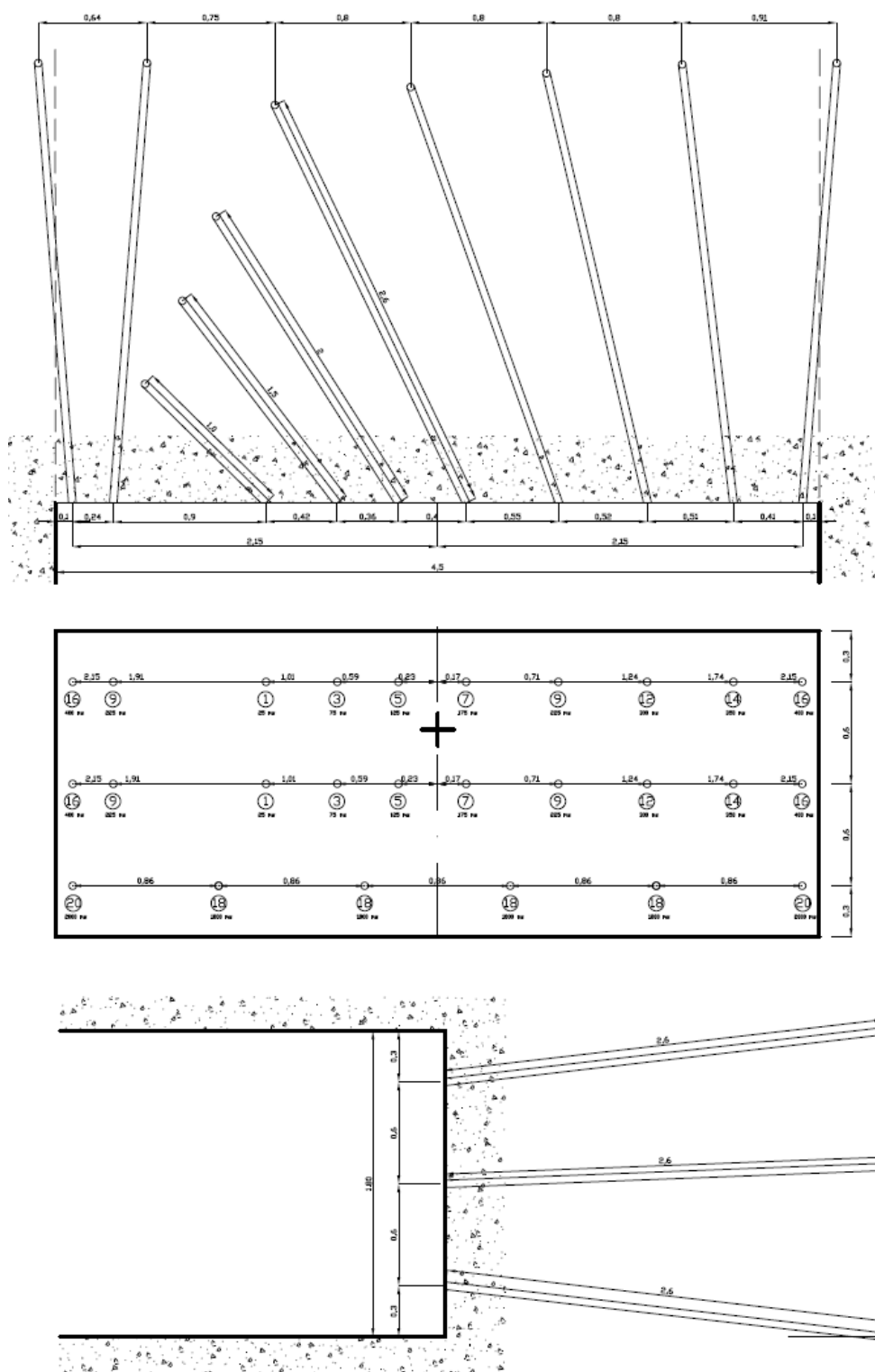


Figura 52- Diagrama de fogo fan-cut novo, com 26 furos

Como medida de implementação prudente, optou-se por atribuir o novo diagrama de fogo a um único jumbo de perfuração da produção para teste, enquanto se acompanhava com atenção os resultados obtidos.

A perfuração das pegas de fogo realiza-se com recurso a jumbos de perfuração com um só braço, também baixo perfil, com motor a gasóleo para as deslocações e alimentação eléctrica dos martelos hidráulicos quando em perfuração (ver figura 53). A capacidade dos martelos nos jumbos varia entre os 18 e os 20 KW nos jumbos de produção (desmontes e inclinados) e entre os 12 e os 15 KW nos jumbos mais antigos de preparações. Nos desmontes, a perfuração utiliza bits de 43 mm de diâmetro e varas de 3,1 metros, sendo a perfuração com bites de 41 mm e varas de 2,7 metros limitada às pegas de preparações (abertura de galerias de base, rampas e eventualmente alguns inclinados de traçagem).



Figura 53 - Fotografia de jumbo de perfuração com o diagrama de fogo marcado na frente
(Imagem: Autor)

Na tabela 16 encontram-se as características técnicas do jumbo utilizado no ensaio, que decorreu em Maio/Junho de 2016.

Tabela 16- Características principais do jumbo de perfuração

Marca	Atlas Copco
Modelo	Boomer S1L
Data aquisição	2005
Modelo martelo	COP1838
Potência martelo	18 kW
Encabadouro	1838 R38
União	R38xR38
Vara	SR35 HEX35 R38
Comprimento vara	3,09 metros
Comprimento max. furo	2,6 metros
Bit	HDSR35 "B"
Diâmetro do bit	43 mm

Após um mês em teste, o diagrama de fogo novo com 26 furos foi alargado a todos os jumbos da produção da mina mantendo-se em utilização.

7.3. RESULTADOS

As melhorias registadas na fragmentação decorrentes do uso de detonadores não eléctricos no sistema de iniciação da carga explosiva, propiciaram a hipótese de ajustamento do diagrama de fogo. A nova pega de fogo foi ensaiada durante um mês e foi introduzida a partir do segundo semestre de 2016 em toda a produção. A redução do número de furos para carregamento conduziu a reduções nos consumos e, consequentemente, nos custos.

Os resultados que se apresentam são relativos ao número de pegas realizadas. Os dados indicados em relação aos consumos de detonadores e explosivos referem-se ao total de pegas de fogo realizadas, nos desmontes, nos inclinados e na abertura de galerias de base da mina. Ainda em relação aos consumos, são apresentados os dados referentes ao ano 2015, embora este não tenha sido objecto de estudo na situação de referência.

Em relação ao número de detonadores, apesar do facto de o diagrama de fogo contemplar 28 ou 26 furos e o número de detonadores ser constante, considera-se a realização de tiros auxiliares à pega, como já referido anteriormente.

O aumento do número de detonadores por pega registado em 2016 não se correlaciona com a introdução dos detonadores não eléctricos mas, certamente, como resultado do aumento de produção solicitado pela nova empresa accionista.

Tabela 17- Consumo de Detonadores por pega de fogo

Mês	Detonadores/Pega de 28 Furos			Detonadores/Pega de 26 Furos	
	2014	2015	2016	2016	2017
1	31,77	32,77	34,70		29,78
2	32,04	31,43	33,01		29,43
3	32,35	30,29	32,75		28,89
4	29,97	29,51	31,06		27,88
5	33,50	30,77	32,71		29,58
6	32,12	32,93	30,20		29,30
7	32,50	30,58		30,52	
8	24,56	0		29,65	
9	33,37	32,39		30,47	
10	32,88	31,19		29,96	
11	35,04	32,19		31,12	
12	29,13	30,38		26,83	
Média	31,60	31,31	32,41	29,76	29,14

Constata-se uma redução na média de detonadores utilizados por pega de fogo, em cerca de 2 detonadores conforme indicado na tabela 17 e gráfico da figura 54, tal como seria expectável. Salienta-se que, apesar do abaixamento da produção realizado em 2015 com paragem da produção no verão, o consumo de detonadores por pega está em linha com o ano de 2014.

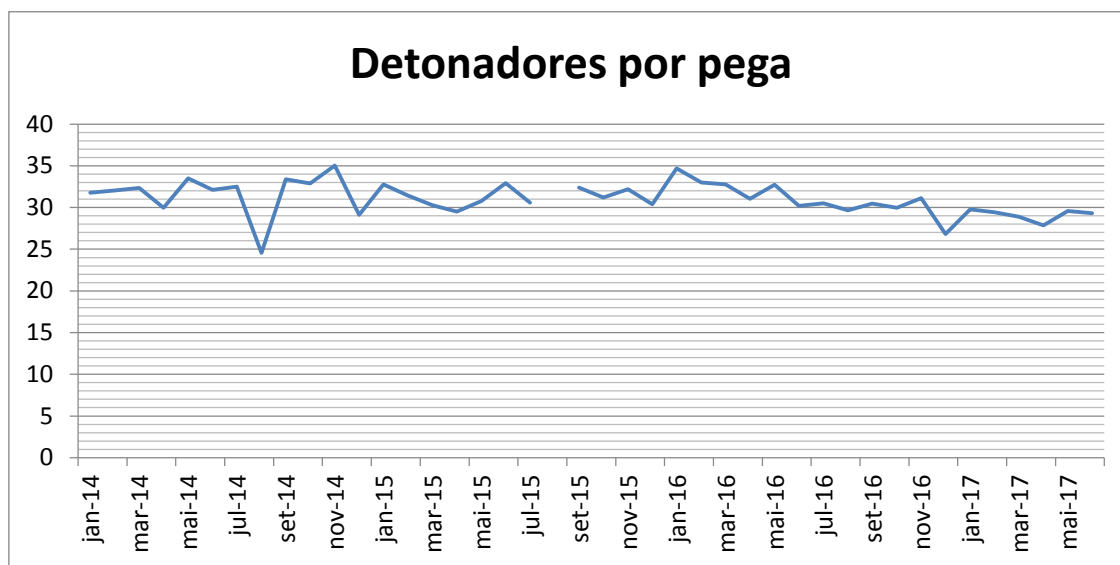


Figura 54- Consumo de detonadores por pega

Em relação ao consumo de explosivo, apresenta-se o consumo para a carga de coluna, ou seja, para o consumo de ANFO por pega.

Tabela 18- Consumo de ANFO por pega

Mês	ANFO/Pega de 28 Furos			ANFO/Pega de 26 Furos	
	2014	2015	2016	2016	2017
1	46,61	43,78	50,00		44,78
2	46,54	40,74	47,87		45,56
3	45,55	42,42	47,47		46,33
4	43,12	40,92	49,47		45,36
5	46,27	43,92	47,93		44,74
6	46,03	42,88	45,95		42,58
7	46,46	46,19		48,63	
8	39,71	0		44,94	
9	46,96	49,14		45,79	
10	46,41	51,65		44,02	
11	45,85	50,41		45,11	
12	43,99	51,43		44,32	
Média	45,29	45,77	48,11	47,47	44,89

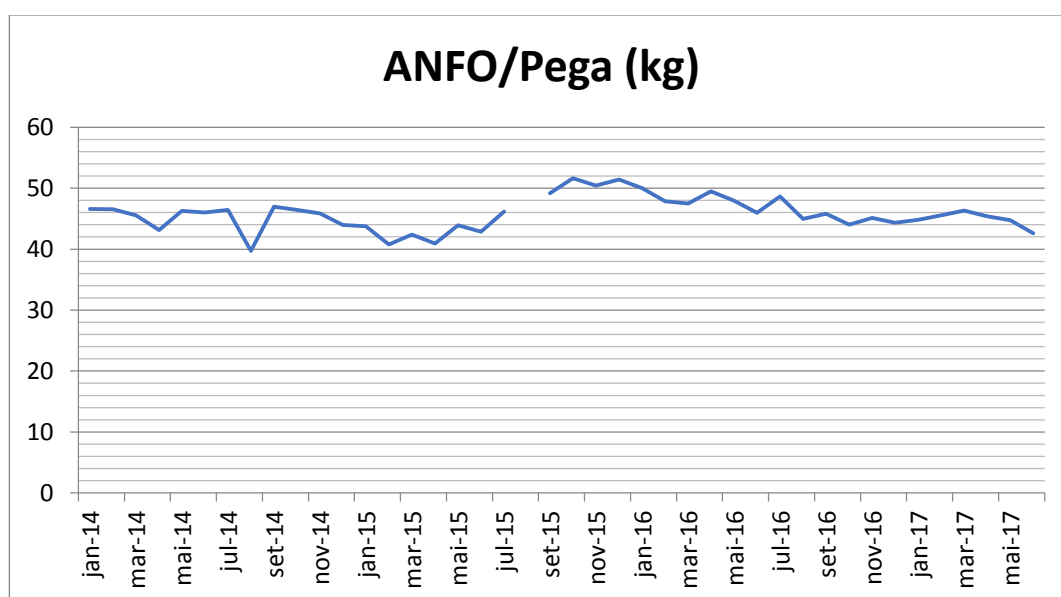


Figura 55- Consumo de ANFO por pega

Os valores apresentados no consumo de ANFO (tabela 18 e figura 55) referem-se não apenas aos desmontes mas também ao consumido nas pegas de inclinados e desenvolvimento. O ano 2014 apresenta uma média referente a valores constantes ao longo do ano, enquanto em 2015 se verifica um aumento gradual ao longo do ano. Até ao período de férias em agosto, a média é de 42,78 quilogramas de ANFO por pega enquanto no restante período a média sobe para 50,66 quilogramas. Verifica-se ainda que o consumo de ANFO subiu bastante em 2016, face aos dois

anos anteriores, resultado de supervisão mais apertada. Com efeito, verifica-se uma tendência de subida do consumo de ANFO a partir da supervisão mais atenta ao Carregamento de Fogo no âmbito da implementação do Sistema de Rastreabilidade dos Explosivos ⁶. Além do acompanhamento ao Sistema de Rastreabilidade, foi dada maior atenção ao controlo da aplicação dos explosivos no carregamento das pegas de fogo diárias. Considerando os custos unitários dos tipos de explosivos para a carga de coluna, promove-se, sempre que não haja presença de água, o consumo de ANFO em detrimento do hidrogel encartuchado.

A mudança no diagrama de fogo resulta num abaixamento gradual da carga de ANFO, embora não se registe uma diferença acentuada para os valores registados em 2014 e 2015. Apesar de pouco expressiva, verifica-se uma diferença no consumo superior a 0,5 quilogramas.

Relativamente à carga de fundo, a redução é mais evidente do que na carga de coluna. A redução reflecte-se claramente com a diminuição do número de furos.

Tabela 19- Consumo de Carga de Fundo por pega

Mês	Kg Dinamite/Pega de 28 Furos			Kg Dinamite/Pega de 26 Furos	
	2014	2015	2016	2016	2017
1	5,16	5,21	5,02		4,78
2	5,39	5,04	5,17		4,91
3	5,47	4,96	5,06		4,75
4	5,18	4,49	5,02		4,64
5	5,17	4,87	5,17		4,83
6	5,40	4,84	4,85		4,84
7	5,45	4,82		4,84	
8	4,34			4,51	
9	5,58	5,01		4,72	
10	5,21	5,03		4,89	
11	5,20	5,09		4,89	
12	5,12	5,07		4,71	
Média	5,22	4,95	5,05	4,76	4,79

Verifica-se uma redução dos 5,0 quilogramas de explosivo de carga de fundo registados nos anos anteriores para médias de 4,7 quilogramas com o novo diagrama de fogo (ver tabela 19 e figura 56).

⁶ Rastreabilidade dos Produtos Explosivos - DL n° 265/09 de 29 de Setembro, com entrada em vigor a 5 de Abril de 2015 (Art° 3° do DL 33/2013).

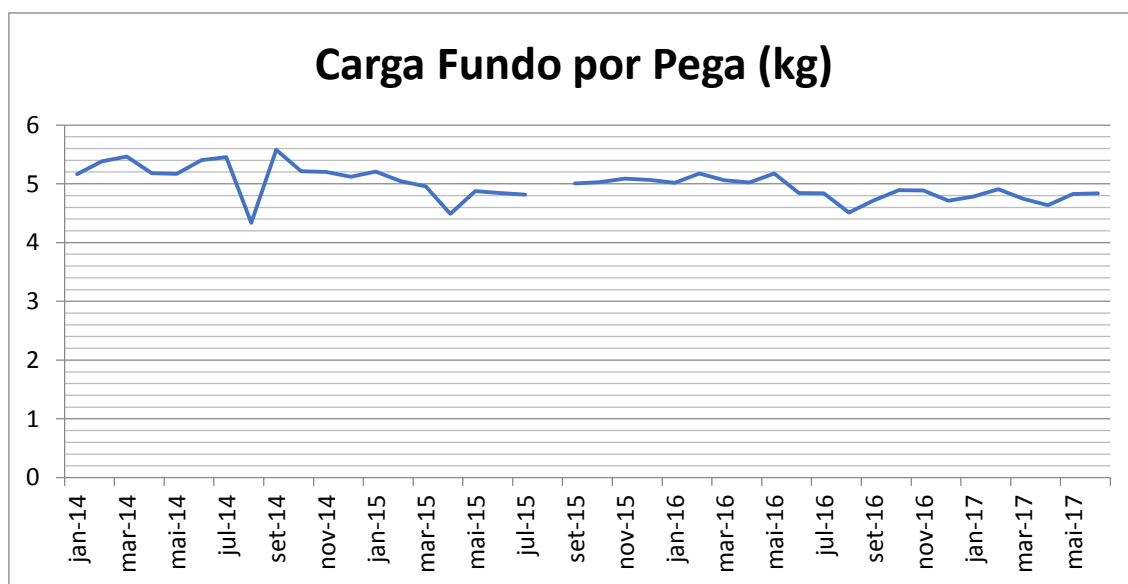


Figura 56- Consumo de carga de fundo por pega

Em linha com os consumos apresentados, obviamente também no total de explosivo se verifica uma redução.

Tabela 20- Consumo total de explosivo por pega

Mês	Total Explosivo/Pega de 28 Furos			Total Explosivo/Pega de 26 Furos	
	2014	2015	2016	2016	2017
1	59,14	60,04	62,13		58,31
2	60,07	55,98	61,12		57,69
3	59,13	56,38	60,04		57,73
4	57,13	55,57	61,30		56,80
5	59,09	58,15	60,79		56,71
6	59,81	57,38	58,02		54,72
7	59,98	59,16		60,53	
8	49,56	0		56,06	
9	60,88	60,76		56,81	
10	60,31	62,09		57,77	
11	59,68	61,24		57,29	
12	59,13	62,05		56,68	
Média	58,66	58,98	60,57	57,53	56,99

Também em linha com as análises anteriores, verifica-se um pequeno aumento no consumo de explosivo no 1º semestre de 2016. Mas a nova configuração da pega de fogo conduz à redução efectiva no total de explosivo consumido por pega. Foi possível reduzir quase 3,5 quilogramas

de explosivo por pega, exactamente 3,58 quilogramas, de 60,57 no 1º semestre de 2016 para 56,99 quilogramas no 1º semestre de 2017 (ver tabela 20 e figura 57).

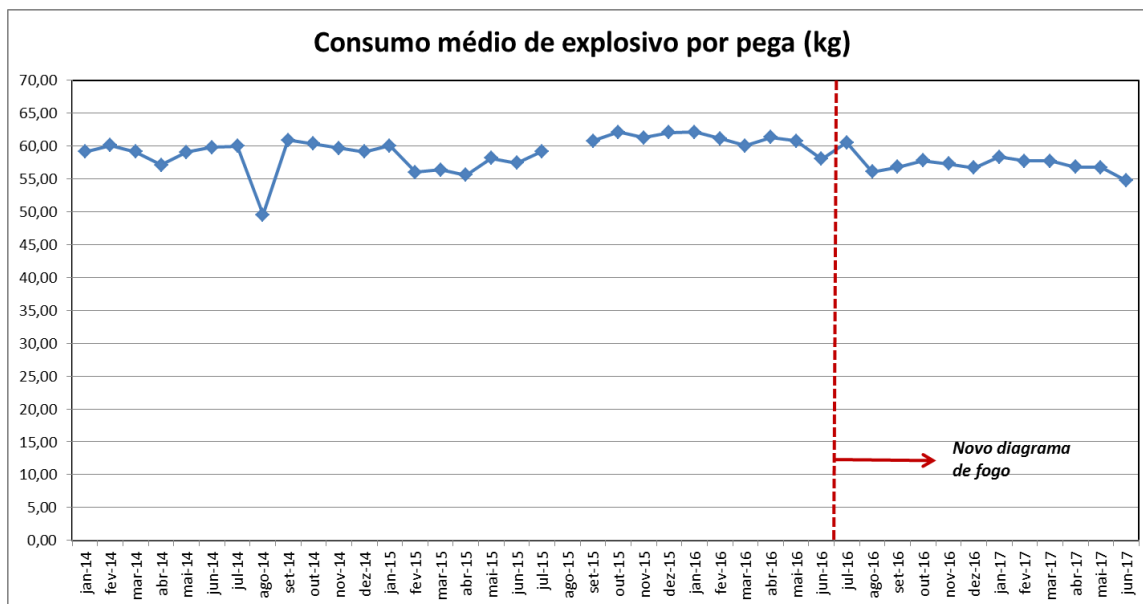


Figura 57- Consumo total de explosivo por pega

Em relação aos custos, apresenta-se o custo por pega na tabela 21. Salienta-se que estes valores se referem, em exclusivo, às pegas em desmonte, uma vez que são considerados custos operacionais. Em virtude de o ano contabilístico do grupo Almonty decorrer de Outubro a Setembro, os dados de 2017 incluem os três últimos meses de 2016 (9 meses de produção).

Tabela 21- Comparação custo por pega 2016 vs. 2017

Ano	Orçamento Previsto	Despesa Real	Diferença	Nº Pegas	€/Pega
2016 (1º sem.)	100%	117,3%	+17,3%	5.502	142,17€
2017 (9 meses)	100%	94,7%	-5,3%	8.617	133,28€

O custo por pega também reduziu, descendo de 142,17€ para 133,28€, uma poupança de 8,89€ por pega, equivalente a 6,3%.

Como seria de esperar, os bons resultados obtidos com a alteração do diagrama de fogo reflectem-se também no indicador-chave de desempenho (KPI) do explosivo, reportado mensalmente no Relatório de Gestão atrás referido.

Com efeito, o KPI do explosivo, medido em euros de explosivo por tonelada de ROM tratada, regista uma diminuição significativa a partir do segundo semestre de 2016 (ver gráfico da figura 58).

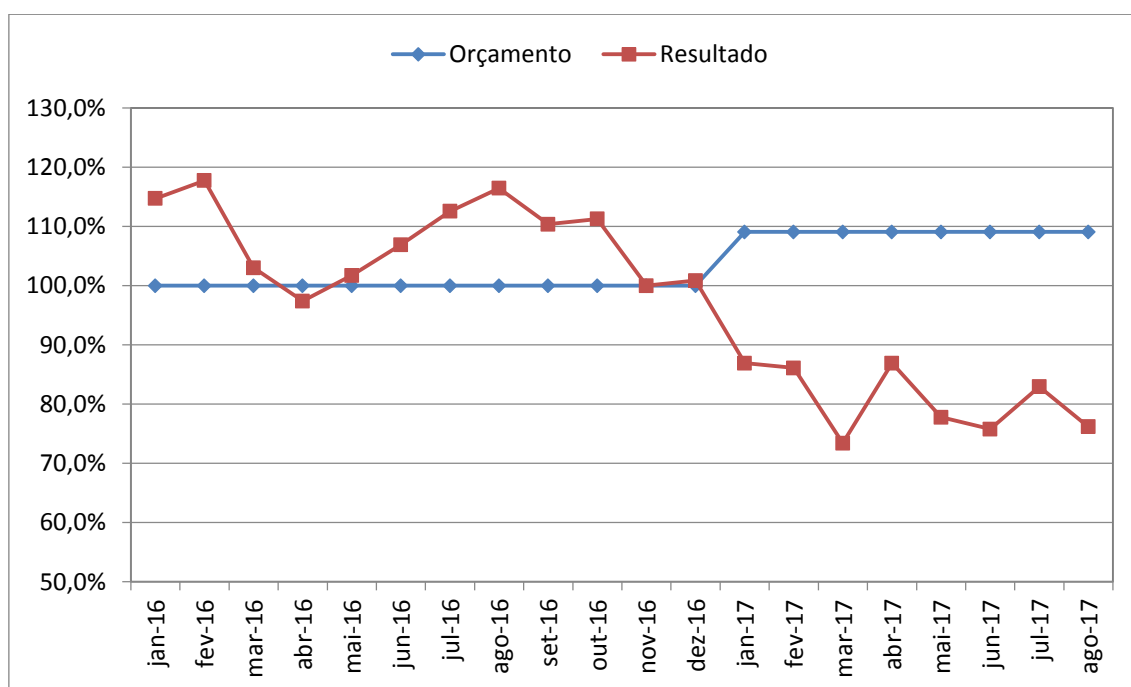


Figura 58- Evolução do KPI Explosivo Jan 2016 a Ago 2017

O teste inicial, limitado a um dos equipamentos de perfuração da produção, deu indicações que não haveria problemas de granulometria do material desmontado, nomeadamente de produção de blocos de dimensão superior às aberturas das grades de torvas de escoamento de minério, logo também da boca do britador primário. Por isso, passado o teste inicial de um mês, o novo diagrama de fogo foi alargado a toda a frota de jumbos de produção.

É essencial também indicar que outros resultados positivos foram obtidos, em função da aplicação do novo diagrama. Presume-se que o tempo de perfuração por pega tenha reduzido, em virtude da realização de menos metros de perfuração. A rapidez de execução, quer da perfuração quer do carregamento, teve também melhoria, ainda que também não quantificada.

Tal como no tempo de execução, também se estima que o consumo de aço também decresceu pela mesma razão. Embora não tenha sido avaliado o consumo de aço de perfuração, com a execução de menos dois furos por cada pega, é de prever que o custo com consumíveis de perfuração também tenha uma redução.

8. CONCLUSÕES

As Minas da Panasqueira constituem um longo projecto de cerca de 130 anos de exploração. Tal projecto deve-se à riqueza dos seus recursos minerais. Um conjunto de condições muito favoráveis permitiram que fossem explorados desde há longo tempo. Este trabalho expôs um conjunto de potencialidades da mina, mas também da empresa e da sua posição no mercado dos metais, assim como algumas adversidades e a forma como a empresa as contorna.

A estrutura da mina e a própria lavaria de tratamento como se conhecem nos dias de hoje constituem um projecto atípico. Desde logo, fica marcado por um início sem estudos prévios de viabilidade, de conhecimento e dimensão do jazigo, do método de exploração, entre outros requisitos que caracterizam os projectos mineiros. A exploração ocorreu de imediato e à medida que a exploração avançou foram-se definindo todas as premissas do projecto.

Tal atipicidade não significou, contudo, o fim precoce do projecto. Este fica na história como um dos mais longos e, nas condições actuais, com reservas para mais alguns anos.

Nas décadas de 80 e 90, com a baixa das cotações dos metais, praticamente todas as minas portuguesas de menor dimensão tiveram de encerrar. A Panasqueira sobreviveu com dificuldade, mas com capacidade de adaptação, resiliência e sinergias no sistema. A Mina da Panasqueira conseguiu, beneficiando de um jazigo de dimensões invulgares, sobreviver às constantes circunstâncias de períodos de baixas cotações dos minérios e de alterações das taxas cambiais, com evolução permanente de métodos, tecnologias e processos, tanto na mina como na lavaria.

Para a longevidade da exploração muito contribui a dimensão do jazigo, obviamente, mas também o seu bom aproveitamento e a busca constante de novas áreas, as constantes evoluções em cada área da empresa e em particular nos trabalhos subterrâneos, a capacidade de adaptação e evolução de métodos e técnicas mineiras, a resiliência em resposta a circunstâncias externas adversas, o respeito pela infra-estrutura geral da mina, o controlo de custos de produção e a busca permanente da redução dos mesmos, entre outros factores.

A empresa resistiu ao processo de implementação de desenvolvimento sustentável e de cumprimento das questões ambientais. O cumprimento da legislação é um processo que encerra elevados custos. Contrariamente a outras empresas que encerraram, a empresa demonstrou forte vocação e potencial mineiro encetando as acções de reestruturação necessárias ao cumprimento dos requisitos impostos. Os processos de extracção e tratamento são promotores de actividades com variáveis impactos para o ambiente. O projecto absorveu o conceito de desenvolvimento sustentável e procura cumprir a premissa obrigatória de minimização dos impactos ambientais.

Se, por um lado, a empresa garante a sustentabilidade quando garante que parte dos activos gerados durante a exploração assegurem o processo de fecho e a gestão do pós-fecho, por outro, assumiu a componente ambiental em todas as acções.

Uma das principais razões para a competitividade da BTW no mercado internacional é a excelência do seu minério, o que faz com que seja reconhecido a nível mundial. O volfrâmio é um metal com propriedades únicas, utilizado em várias indústrias e reconhecido o seu valor estratégico pela UE como uma matéria-prima crítica necessária a indústrias no futuro.

Se no passado se assistiram a *booms* de procura pelo volfrâmio, a redução que se verificou na procura de concentrados de volfrâmio, apesar de novos regionalismos, novas configurações políticas e do processo de globalização, não ditou o fim da exploração no coto mineiro do centro do país.

Em 2016, Portugal, com a produção única da mina da Panasqueira, ocupa o 9º lugar no mundo como produtor de volfrâmio embora tal lugar represente apenas 0,5% do minério total extraído.

A estratégia de sobrevivência da empresa tem passado pelo desenvolvimento e consolidação da produção. O aumento da produção de volfrâmio está, de forma geral, associado às necessidades do mercado mas também à cotação do minério. São vários os condicionalismos que modelam o preço do volfrâmio. Em situação de alto preço, a empresa aumenta a produção e, em fase de baixa cotação, a redução da produção é uma estratégia para reduzir os custos e manter-se no activo, como verificado em 2015. A redução da produção imposta pela empresa, para fazer face à baixa de preço, levou à cessação de inúmeros contractos de trabalho. Mas uma atenta gestão de recursos e redução da produção, não são suficientes para a viabilidade económica da empresa quando a desvalorização do preço ocorre durante longos períodos.

A mina da Panasqueira sempre representou uma oportunidade de investimento para investidores estrangeiros. No período mais recente abordado no estudo, a mudança de accionista no período mais sensível, veio dar um novo alento à produção. Esta situação é, aliás, comum a outras mudanças accionistas no passado, funcionando como motor de continuidade para a lavra. A partir de uma situação de impedimento de reprodução do investimento e sem sinais positivos por parte das cotações do mercado, os grupos accionistas abandonam o projecto e passam os títulos a outros grupos investidores. Esta mudança constitui factor de modernidade e de aumento de investimento. Esta situação não é alheia ao facto de grande parte dos grupos detentores da empresa serem de origem britânica ou canadiana, países com forte vocação mineira mas também impulsionadores de investigação e desenvolvimento em novas tecnologias.

Um dos aspectos que marca a longa existência da mina da Panasqueira diz respeito aos passos de modernização que foi sofrendo. A realidade existente hoje sofreu processos de modernização na organização, na gestão, nas técnicas e métodos, nos mercados. Lentamente, este projecto foi acompanhando as mais recentes tecnologias.

Constatam-se progressivas evoluções nos métodos de desmonte, desde uma exploração desordenada e de improviso a uma estrutura planeada e organizada em função da geologia e morfologia do jazigo. Estes desenvolvimentos devem-se em grande parte ao conhecimento do jazigo, ao investimento de capital, à preservação do jazigo e da própria exploração, à obtenção de maior produtividade e ainda à gestão da mão-de-obra disponível ao longo do tempo e dos encargos a ela associados. O próprio método de desmonte sofre evolução quanto à forma de suporte, passando de suporte com pedra, com madeira e auto-suportado.

O desenvolvimento tecnológico regista-se ainda na evolução no equipamento de remoção do material, desde os *scrappers* às versáteis pás carregadoras actuais.

Também a introdução da Raise Borer representa um passo decisivo na construção e rapidez de abertura de chaminés para extracção e ventilação conduzindo a melhorias evidentes na operação subterrânea.

Nos dias de hoje, a lenta e gradual evolução e modernização dos processos deve-se a condicionalismos impostos pelo mercado, quer seja o mercado de clientes, alvo da produção, quer seja no mercado de fornecedores, tal como a situação analisada da alteração do tipo de detonadores. Denote-se, neste ponto, que, apesar de ser uma ambição a alteração do sistema de iniciação da pega de fogo, de forma a torna-la mais segura, o custo do aumento do tipo de detonador não seria uma opção a considerar, por razões económicas. Conclui-se, então, que a mudança ocorreu fruto de um acontecimento desencadeante e não como resultado de um estudo.

Outros condicionalismos desencadeantes de modificações estruturais na mina são de ordem política, expressa na legislação como nos casos do cumprimento das políticas ambientais e de segurança para o sector, dos dispositivos e normas de seguranças impostos aos explosivos, ao seu manuseamento, transporte e armazenamento. Neste aspecto, salienta-se a recente imposição de rastreabilidade dos explosivos.

A densa malha de painéis e *drives* que constituem a estrutura da mina são rigorosamente preservados. Os avanços quer na estrutura quer em desmonte, são uma repetição de uma realidade bem conhecida.

As operações subterrâneas são mecanizadas, resultando na contratação de menos mão-de-obra. A mecanização requer uma atenção especial no contexto subterrâneo da exploração. As dimensões da secção de avanço são condicionadas pela passagem do equipamento utilizado e, em contrapartida, os equipamentos são escolhidos e adaptados à configuração da área disponível. Os equipamentos representam, aliás, um custo percentual relevante tendo em conta os custos de utilização mais os custos de manutenção, nomeadamente da frota de pás carregadoras, jumbos de perfuração e locomotivas.

Os recursos humanos têm um papel fundamental no longo projecto da mina da Panasqueira. Ficou patente no estudo realizado, que os recursos humanos, pela maior fatia que representam nos custos, são uma variável de acção no aumento ou diminuição da produção. Em contrapartida, a empresa funciona como pólo de empregabilidade para as populações. A exploração mineira, iniciada na Panasqueira em finais do século XIX provocou nas comunidades próximas da mina alterações profundas a nível profissional, social, económico e até político. A mina, carente de mão-de-obra, é um importante centro de empregabilidade da região. O emprego na mina fixa trabalhadores e famílias, promove o desenvolvimento da região e a criação de riqueza.

No período mais recente a empresa emprega mais de 350 trabalhadores, número que decresceu em 2015, fruto da baixa cotação do volfrâmio, para menos de 250, mas que tem vindo novamente a aumentar. A permanência dos postos de trabalhos é uma pressão social mas também político-económica. Os recursos humanos têm também um papel preponderante no conhecimento, na optimização de processos, na boa gestão e no controlo dos custos.

Fica patente neste trabalho a atenção que a empresa dedica à gestão e ao controlo de custos. A elaboração de relatórios de gestão mas também a análise de indicadores de desempenho constituem importantes ferramentas de gestão. A produção dos concentrados implica elevados encargos. Desde logo pelo facto de resultar de uma exploração subterrânea mas também pelos elevados encargos com a mão-de-obra, com os explosivos, com o equipamento e sua manutenção, com a energia, entre muitos outros. O apertado controlo resulta no maior ganho possível mas, neste ponto, contrabalança com a cotação do minério. Ficou demonstrado que os períodos de baixa cotação afectam fortemente a gestão e a produção da empresa. A última fase, desde 2015, fragilizou a empresa ao ponto de esta considerar o fecho. No entanto, soluções de natureza diversa mantiveram o funcionamento da empresa. Salienta-se como decisões adoptadas, a redução da produção e a redução dos custos a ela associada, a redução de encargos com os recursos humanos. Ao nível mais estrutural, a aquisição da empresa por um novo grupo accionista veio reverter o declínio com o aumento gradual da produção. Exteriormente a empresa sofre a pressão social e política para a manutenção dos postos de trabalho.

Simultaneamente e não menos importante, também conseguiu ajustar os custos de produção, diminuindo sempre que possível em cada área, subárea ou actividade particular.

A redução dos custos de produção constitui, assim um dos principais factores de continuidade da produção. Da análise efectuada, verifica-se o melhor aproveitamento da oportunidade criada com o aumento do preço dos detonadores em uso.

Em consequência da alteração do sistema de iniciação, com a passagem dos detonadores eléctricos para os não eléctricos, foi possível actuar sobre o diagrama de fogo realizando o teste de redução de número de furos por pega.

A alteração do diagrama de fogo permitiu uma redução no total de quilogramas de explosivo por pega e, consequentemente, dos custos com o consumo de explosivos.

O estudo realizado sobre a temática exposta não encerra em si todo o conhecimento ou visão sobre o tema e outros desenvolvimentos podem ser realizados.

Decorrente da alteração do diagrama de fogo, a retirada de dois furos na pega de fogo constituiu uma poupança no explosivo consumido. No entanto, a análise dos ganhos no consumo de aço e no tempo na perfuração seriam desafios futuros.

A análise aos custos-por-metro de aço de perfuração dará conta de evolução positiva, com redução de valores decorrente também da alteração do diagrama de fogo.

A realização de menos dois furos por pega economiza, em tempo de execução de cada furo, três minutos, em termos médios. Considerando as necessárias movimentações da coluna do Jumbo para início da furação, estima-se uma economia de aproximadamente 5 minutos por pega.

Avaliar e medir devidamente os dois aspectos atrás descritos servirão certamente para aprofundar as vantagens da alteração do diagrama de fogo.

Referências Bibliográficas

- Almonty Industries (2016). Report Ni 43-101, *Technical Report On The Mineral Resources and Reserves Of The Panasqueira Mine, Portugal*. Disponível em <http://www.almonty.com/projects/panasqueira/>. Acesso em Julho 2017.
- BTW (2011). *Plano de Fecho e Plano Ambiental de Recuperação Paisagística da Mina da Panasqueira*. Documento Técnico da Empresa (A. Franco, A. Corrêa Sá, J. P. Real).
- Cerveira, A. Morais (1986). Problemas, tendências e perspectivas na produção do tungsténio primário. *Boletim de Minas, Lisboa*, 23 (2), p. 109 – 128.
- DGEG- Direcção Geral de Energia e Geologia (2017). *Evolução da produção de volfrâmio em Portugal, desde 1900 à actualidade*. Disponível online em www.dgeg.pt. Acesso em Fevereiro 2017.
- Franco, Alfredo; Vieira, Romeu & Bunting, Robert (2014). *The Panasqueira Mine at a Glance*. International Tungsten Industry Association, Newsletter, Junho 2014.
- GTP Global Tungsten Powders. (2017). *Ammonium Paratungstate – Technical Information Bulletin*, Disponível em www.globaltungsten.com, acesso em Julho 2017).
- Hickson, Robin. & Owen, Terry, (2015). *Project Management for Mining. Handbook for Delivering Project Success*. Colorado, USA: SME- Society for Mining, Metallurgy & Exploration Inc.
- ITGE – Instituto Tecnológico Geominero de España. (1991). *Manual de Evaluación Tecnico-Economica de Proyectos Mineros de Inversion*. Madrid: Ministerio de Industria, Turismo e Comercio. Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales.
- ITIA - International Tungsten Industry Association (2009). *Tungsten*.
- ITIA - International Tungsten Industry Association (2014). *Atomically Thin Solar Cells made from Tungsten Diselenide*. Newsletter, June 2014.
- Julivert F.; Fontboté, J.; Ribeiro A. & Conde, L. (1974). *Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares*, escala 1:1,000,000. Instituto. Geológico. Minero España, Madrid.
- Kelly, W. C. & Rye, R. O. (1979). *Geologic, fluid inclusion, and stable isotope studies of the tin-tungsten deposits of Panasqueira, Portugal*. *Economic Geology*, 74/8, 1721-1822.

Lassner, Erik & Schubert, Wolf-Dieter (2005). *The History Of Tungsten (Wolfram)*. ITIA: International Tungsten Industry Association, Junho 2005. Disponível em <http://www.itia.info/news-2-title.html>, acesso em 10/05/2016.

Leal, Padre Manuel Vaz (1945). *As Minas da Panasqueira – Vida e História*. Lisboa: Portugália Editora.

McLeod, Charlotte (2017). *9 Top Tungsten-producing Countries*. Disponível em <http://investingnews.com/daily/resource-investing/critical-metals-investing/tungsten-investing/top-tungsten-producing-countries-china-russia-canada/>. Acesso em Agosto 2017.

Reichl, C., Schatz, M., & Zsak, G., (2017). *World Mining Data – Minerals Production 2017*. Vol. 32. Vienna: International Organizing Committee for the World Mining Congresses. Disponível em <http://www.wmc.org.pl/sites/default/files/WMD2017.pdf>. Acesso em Julho 2017.

Reis, António Cláudio (1971). *As Minas da Panasqueira*, (pp 3-44). Lisboa, Boletim de Minas, Vol. 8. Nº 1, Jan/Mar.

Ribeiro, A. & Pereira, E. (1982). *Controlos paleogeográficos, petrológicos e estruturais na génese dos jazigos portugueses de estanho e volfrâmio*. Geonovas, 1/3: 23-31.

Sá, A. Correa De, Naique, R. A., Nobre, Edmundo (1999). *Mina da Panasqueira - 100 anos de história mineira*, (pp 3-22). Boletim de Minas nº 36 (1) Jan/Mar.

Schmidt, Steffen (2012). *From Deposit to Concentrate: The Basics of Tungsten Mining Part 1: Project Generation and Project Development*. In ITIA: International Tungsten Industry Association, Junho/2012. Disponível em <http://www.itia.info/news-2-title.html>, acesso em 10/05/2016.

Sousa, B. (1985). *Perspectiva sobre os conhecimentos actuais do Complexo Xisto-Grauváquico de Portugal*. Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, 100: 1-16.

Thadeu, D. (1979). *Le Gisement stranno-volframitique de Panasqueira (Portugal)*. Chronique et Recherche Minière. Vol. 47, nº 450, pp. 35-41.

USGS – United States Geological Survey, (2017). *Mineral commodity summaries 2017*. U.S. Department of Interior, U.S. Geological Survey. Disponível em <https://doi.org/10.3133/70180197>. Acesso em Abril 2017.

Williams, C. T. P. (1985). *Ore Estimation and Mine Planning at Panasqueira, Portugal*. Tese de Doutoramento. Royal School of Mines.

Anexo 1

Cópias de plantas mensais da mina

